

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE  
ARGAMASSA NA CIDADE DE BENTO GONÇALVES/RS –  
ESTUDO DE CASO**

**Graziella Benvegnú**

Porto Alegre  
dezembro 2005

**GRAZIELLA BENVENÚ**

**DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE  
ARGAMASSA NA CIDADE DE BENTO GONÇALVES/RS –  
ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Mestrado  
Profissionalizante em Engenharia da Escola de Engenharia da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia na  
modalidade Profissionalizante

Porto Alegre  
dezembro 2005

B487d BENVENÚ, Graziella

Diagnóstico da produção dos revestimentos de argamassa na cidade de Bento Gonçalves/RS – Estudo de Caso / Graziella Benvegnú. – 2005.

Trabalho de Conclusão (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Porto Alegre, BR-RS, 2005.

Orientação da Prof.a Dr.a Angela Borges Masuero.

1. revestimento de argamassa. 2. projeto de revestimento. I. Masuero, Angela Borges, orient. II. Título.

CDU –69.059.22(043)

**GRAZIELLA BENVENÚ**

**DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE  
ARGAMASSA NA CIDADE DE BENTO GONÇALVES/RS –  
ESTUDO DE CASO**

Este trabalho de conclusão foi julgado adequado para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pela professora orientadora e pelo Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, março de 2006

Prof.a Angela Borges Masuero  
Dr.a pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientadora

Prof. Carin Maria Schmitt  
Coordenadora do Curso

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof.a Margarete Gonçalves (UFRGS)**  
Dra. Pela UFRGS

**Prof.a Fernanda Macedo Pereira Vieira (CIENTEC/RS)**  
Dra. Pela UFRGS

**Prof. Jairo José de Oliveira Andrade (ULBRA/PUC)**  
Dr. Pela UFRGS

Dedico este trabalho aos meus pais, Alcides e Neusa, pela compreensão durante o período de seu desenvolvimento.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Agradeço a Prof.a Angela Borges Masuero, orientadora deste trabalho, pelo companheirismo demonstrado em todos os momentos e por não me deixar desistir de alcançar este sonho.

Aos meus tios, Cosmos e Dolores, que me acolheram com carinho em seu apartamento.

Aos meus pais, Alcides e Neusa, grandes responsáveis pela minha formação moral e intelectual.

Aos professores do NORIE, por dividirem comigo seus conhecimentos.

Aos funcionários do NORIE que sempre estiveram prontos para auxiliar.

Acima de tudo, a Deus, que me deu ânimo, força e coragem para enfrentar todas as dificuldades.

E, por fim, a todos aqueles que na mais profunda humildade e sinceridade torceram para que eu finalizasse com garra e sucesso mais esta etapa da minha vida.

Uma visão sem uma tarefa é apenas um sonho.  
Uma tarefa sem uma visão é apenas um trabalho árduo.  
Mas uma visão com uma tarefa pode mudar o mundo.

*Autor desconhecido*

## RESUMO

BENVEGNÚ, G. **Diagnóstico da produção dos revestimentos de argamassa na cidade de Bento Gonçalves - RS.** 2005. 156 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

Os revestimentos de argamassa são amplamente utilizados nas construções de edificações desempenhando funções importantes, tais como proteção das alvenarias de vedação e acabamento superficial. Entretanto, muitas falhas vêm sendo observadas nos revestimentos de argamassa. O aparecimento de manifestações patológicas nas edificações compromete a estética e o conforto do edifício, ocasionando uma desvalorização do mesmo perante o mercado, aumento na insegurança do usuário e, principalmente, altos gastos financeiros com reparos e manutenção. O objetivo deste trabalho é caracterizar o processo de produção de revestimentos de argamassa, através da realização de um levantamento nas empresas da cidade de Bento Gonçalves/RS. Os principais resultados indicaram uma série de problemas no processo de produção de argamassa devidos, principalmente, a falta de projeto específico, implicando em uma alta variabilidade nas espessuras de revestimentos, nos traços utilizados durante a confecção das argamassas, nos métodos de produção, inclusive dentro de uma mesma obra, e manifestações patológicas em revestimentos recentemente concluídos.

Palavras-chave: revestimento de argamassa, projeto de revestimento.

## **ABSTRACT**

**BENVEGNÚ, G. Diagnóstico da produção dos revestimentos de argamassa na cidade de Bento Gonçalves - RS.** 2005. 156 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

### **Wall plastering production diagnosis in the city of Bento Gonçalves/RS**

Wall plastering is widely used in building construction, with important functions such as the protection of external wall components and superficial finishing. Nevertheless, many flaws have been observed in wall plastering. Pathological manifestations in buildings compromises the building's aesthetics and comfort, making it less valuable in the real estate market, decreasing it's user safety and, most importantly, raising the amount of money spent on repair and maintenance. The objective of this research is to characterize the wall plastering production process, through a survey carried out in construction companies in the Bento Gonçalves/RS area. The main results indicate a series of wall plastering production process problems, mainly due to lack of a specific design, leading to a high variability in rendering, in proportions used in the plaster's production, in the production method, even in a single site, and pathological manifestations in recently concluded wall plastering.

Key words: wall plastering, plastering design.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espessura excessiva do revestimento interno de argamassa em função da interferência de serviços de hidráulica .....	83
Figura 2: Quadro de traços das diferentes composições adotadas em obra .....	84
Figura 3: Dosagem dos materiais: (a) Cal dosada a partir de sacos; (b) areia dosada a partir de padiolas .....	84
Figura 4: Fissuras no revestimento de argamassa com poucos dias de idade .....	85
Figura 5: Materiais utilizados para a mistura .....	87
Figura 6: Armazenamento do cimento e da cal hidratada no pavimento sobre pilotis: pilhas com excesso de sacos .....	91
Figura 7: Armazenamento da areia .....	91
Figura 8: Aplicador mecânico de argamassa .....	93
Figura 9: Execução das tubulações embutidas antes da execução do revestimento .....	94
Figura 10: Chapisco aplicado de forma: (a) mecanizada, inclusive em superfície horizontal;(b) manual .....	95
Figura 11: Tela fixada com argamassa .....	96
Figura 12: Central de produção de argamassa: (a) no pavimento térreo; (b) externa.....	98
Figura 13: Betoneira com caçamba de carregamento .....	99
Figura 14: Transporte horizontal da argamassa: (a) carrinho especial para transporte e armazenamento da argamassa; (b) transporte por carrinho-de-mão .....	100
Figura 15: Armazenamento da argamassa no chão de forma indevida .....	101
Figura 16: Dosagem da água sem precisão, por meio de baldes .....	102
Figura 17: Aplicação da argamassa: (a) taliscamento; (b) mestras .....	103
Figura 18: Aplicação da argamassa: (a) chapagem da argamassa entre as mestras contíguas; (b) talicamento, mestras e chapagem entre as mestras, tudo no mesmo dia .....	104
Figura 19: Umedecimento do substrato com o auxílio de (a) mangueira; (b) trincha .....	106
Figura 20: Retirada do excesso de argamassa por meio do sarrafeamento .....	106
Figura 21: Superfície que irá receber revestimento cerâmico: desempenho somente com a régua .....	107
Figura 22: Superfície que irá receber pintura com tintas minerais, látex PVA ou acrílico, sobre massa corrida ou textura acrílica em uma única demão: desempenho com PVC, seguido de desempenho com espuma .....	108
Figura 23: Fissuras no revestimento de argamassa .....	109

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Variação das propriedades das argamassas .....	23
Tabela 2: Espessura da camada do revestimento de argamassa .....	24
Tabela 3: Espessuras mínimas nos pontos críticos .....	25
Tabela 4: Procedimentos de preparação de base com diferentes graus de absorção .....	43
Tabela 5: Caracterização das obras visitadas .....	68
Tabela 6 - Dados individuais de cada obra coletados na entrevista com o engenheiro responsável pela mesma .....	75
Tabela 7: Caracterização do revestimento externo, camada única, observado em obra ..	81
Tabela 8: Caracterização do revestimento interno, emboço + reboco, observado em obra .....	82
Tabela 9: Especificação dos materiais empregados no preparo da superfície e nas diferentes camadas de revestimento .....	86
Tabela 10: Período de espera entre serviços .....	87
Tabela 11: Caracterização da mão-de-obra .....	89
Tabela 12: Chapisco .....	95

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 OBJETIVO .....	16
1.2 LIMITAÇÕES .....	16
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	16
<b>2 EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE PAREDES E TETOS DE ARGAMASSAS INORGÂNICAS</b> .....	18
2.1 ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO .....	19
<b>2.1.1 Composição e dosagem</b> .....	21
<b>2.1.2 Número de camadas</b> .....	23
<b>2.1.3 Espessura das camadas</b> .....	24
<b>2.1.4 Detalhes construtivos do revestimento</b> .....	25
<b>2.1.5 Especificação dos materiais</b> .....	26
2.1.5.1 Cimento .....	26
2.1.5.2 Cal Hidratada .....	28
2.1.5.3 Areia .....	30
2.1.5.4 Água .....	32
2.1.5.5 Aditivo .....	33
2.2 ETAPAS DA EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO DE PAREDE .....	34
<b>2.2.1 Verificações preliminares</b> .....	34
<b>2.2.2 Cronograma de execução</b> .....	35
<b>2.2.3 Acompanhamento dos serviços de revestimento</b> .....	36
<b>2.2.4 Recebimento e armazenamento dos materiais</b> .....	37
2.2.4.1 Água de amassamento .....	37
2.2.4.2 Agregados .....	37
2.2.4.3 Adições .....	38
2.2.4.4 Cal .....	38
2.2.4.5 Cimento .....	39
2.2.4.6 Argamassa dosada em central .....	41
<b>2.2.5 Preparação da base de revestimento</b> .....	41
2.2.5.1 Condições da base .....	42
2.2.5.2 Correção de irregularidades .....	44
2.2.5.3 Bases contíguas diferentes .....	45
2.2.5.4 Limpeza da base .....	46

2.2.5.5 Aplicação do chapisco .....	47
<b>2.2.6 Produção da argamassa .....</b>	<b>49</b>
2.2.6.1 Composição das argamassas .....	50
2.2.6.2 Medição dos materiais .....	50
2.2.6.3 Preparo da mistura .....	51
<b>2.2.7 Aplicação da argamassa de revestimento .....</b>	<b>52</b>
2.2.7.1 Requisitos .....	53
2.2.7.2 Execução de emboço ou revestimento de camada única .....	54
2.2.7.3 Execução de reboco .....	57
<b>2.2.8 Acabamento da superfície .....</b>	<b>58</b>
<b>2.3 FALHAS DECORRENTES DO PROCESSO DE EXECUÇÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>2.3.1 Principais manifestações patológicas .....</b>	<b>60</b>
2.3.1.1 Fissuração do revestimento .....	60
2.3.1.2 Penetração de umidade através do revestimento .....	63
2.3.1.3 Descolamento .....	64
<b>3 DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA NA REGIÃO DE BENTO GONÇALVES .....</b>	<b>67</b>
<b>3.1 METODOLOGIA UTILIZADA PARA O DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>67</b>
<b>3.1.1 Coleta dos dados .....</b>	<b>67</b>
<b>3.1.2 Entrevista com a engenharia da empresa .....</b>	<b>69</b>
3.1.2.1 Projeto .....	69
3.1.2.2 Suprimentos .....	70
3.1.2.3 Preparação do substrato .....	72
3.1.2.4 Produção da argamassa de revestimento .....	72
3.1.2.5 Aplicação da argamassa .....	73
3.1.2.6 Recebimento do serviço .....	74
3.1.2.7 Correção de falhas .....	74
<b>3.2 DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>80</b>
<b>3.2.1 Projeto e execução .....</b>	<b>80</b>
<b>3.2.2 Suprimento .....</b>	<b>88</b>
3.2.2.1 Mão-de-Obra .....	88
3.2.2.2 Materiais .....	89
3.2.2.3 Equipamentos /Ferramentas .....	92
<b>3.2.3 Preparação do substrato .....</b>	<b>93</b>
<b>3.2.4 Produção da argamassa .....</b>	<b>97</b>

<b>3.2.5 Aplicação da argamassa</b> .....	102
<b>3.2.6 Recebimento do serviço</b> .....	108
<b>3.2.7 Correção de falhas</b> .....	109
<b>4 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS</b> .....	110
4.1 CONCLUSÕES .....	110
4.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	112
REFERÊNCIAS .....	113
APENDICE A .....	120
ANEXO A .....	148

## 1 INTRODUÇÃO

O edifício é formado por um conjunto de elementos básicos: estrutura, vedações verticais e horizontais e os sistemas prediais. Cada um desses elementos cumpre funções específicas e contribui para o desempenho final do edifício (BAÍA, 2000).

O revestimento de parede de argamassa, sendo uma das partes integrantes das vedações do edifício, deve apresentar um conjunto de propriedades que irão contribuir para a obtenção do adequado comportamento das vedações e, conseqüentemente, do edifício como um todo (BAÍA, 2000).

Os revestimentos de argamassa têm, em geral, as seguintes funções (SABBATINI, 1990):

- a) proteger as vedações e a estrutura contra a ação de agentes agressivos e, por conseqüência, evitar a degradação precoce das mesmas, aumentar a durabilidade e reduzir os custos de manutenção dos edifícios;
- b) auxiliar as vedações a cumprir com suas funções, tais como: isolamento termo-acústico, estanqueidade à água e aos gases e segurança ao fogo. Por exemplo, um revestimento externo normal de argamassa (30 a 40% da espessura da parede) pode ser responsável por 50% do isolamento acústico, 30% do isolamento térmico e totalmente responsável pela estanqueidade de uma vedação de alvenaria comum;
- c) funções estéticas, de acabamento e aquelas relacionadas com a valorização da construção ou determinação do padrão do edifício.

Segundo o CE 02:102.17 (COBRACON/ABNT), o revestimento de argamassa aplicado sobre um elemento construtivo da edificação a fim de cumprir suas funções básicas deve atender as seguintes exigências de desempenho:

- a) resistência às solicitações mecânicas: deve resistir a esforços mecânicos previsíveis decorrentes do uso normal da edificação, tais como resistência a impactos de corpo duro e resistência ao desgaste superficial;
- b) aderência à base: o revestimento deve possuir elasticidade adequada para suportar as deformações da base sobre a qual é aplicado e permanecer totalmente aderido a ela, sem apresentar fissuração excessiva ou descolamento;

- c) capacidade de absorver deformações térmicas e higroscópicas: o revestimento de argamassa não deve apresentar deformações excessivas quando exposto a variações de temperatura ou de umidade, de modo a limitar a abertura de fissuras no revestimento ou o descolamento em relação à base;
- d) resistência à penetração de água: o revestimento deve impedir a penetração de água de chuva ou respingos de água em áreas da edificação onde o uso normal envolva a utilização de água e, quando exposto à umidade, deve permitir a rápida evaporação da água absorvida para prevenir o desenvolvimento de microorganismos;
- e) durabilidade: o revestimento deve atender continuamente, ao longo de toda sua vida útil, os demais requisitos de desempenho.

A ação dos fatores extrínsecos (agentes climáticos, carga, fogo, poeira, fuligem, microorganismos e gases; movimento de água sobre a superfície; exigências de segurança, habitabilidade, durabilidade e economia) e intrínsecos (dizem respeito às propriedades e aos atributos de materiais, componentes e sistemas, relacionados à condição de superfícies externas), bem como, das condições de exposição e uso visando à durabilidade do revestimento (Boletim 68 – IPT, 1985), devem ser consideradas nas diferentes fases, quais sejam:

- a) projeto do edifício;
- b) especificação de sistemas, componentes e materiais;
- c) consideração dos componentes do envelope (pilares e vigas, alvenarias de vedação);
- d) produção de materiais para revestimento;
- e) transporte até o canteiro;
- f) armazenamento após a produção;
- g) assentamento e aplicação em obra (técnica de execução, qualificação da mão-de-obra);
- h) uso;
- i) limpeza, manutenção e reparo.

A avaliação da qualidade de argamassas para revestimento de paredes externas envolve a identificação dos fatores que afetam a durabilidade e o desempenho do revestimento, seja a partir das características dos materiais, da mistura dos mesmos e da ação dos fatores externos sobre o revestimento, seja pela associação destes fatores, resultando a necessidade de uma análise das várias inter-relações existentes.

O desempenho inadequado dos revestimentos de argamassa vai gerar o aparecimento de manifestações patológicas. As manifestações patológicas (principalmente externas) comprometem a estética e o conforto do edifício, ocasionando uma desvalorização do mesmo perante o mercado e também aumento na insegurança do usuário. Para Cincotto (1988), as manifestações patológicas encontradas em revestimento de argamassas podem se apresentar como resultado de uma ou mais causas, das quais pode-se citar: fatores externos ao revestimento, má aplicação dos revestimentos, mau proporcionamento das argamassas, tipo e qualidade dos materiais utilizados no preparo das argamassas.

Quanto às origens, Baía (2000), coloca que a ocorrência das manifestações patológicas no revestimento de argamassa podem estar associadas às fases de projeto, execução e utilização desse revestimento ao longo do tempo. Assim, é necessário considerar a definição da argamassa, as espessuras das camadas do revestimento, os detalhes construtivos, os procedimentos de execução e controle do revestimento e a manutenção adequada para minimizar a ocorrência dos problemas patológicos no revestimento de argamassa (BAÍA, 2000).

Além das manifestações patológicas, um outro problema freqüentemente encontrado nos canteiros de obra relaciona-se às perdas. Estas perdas podem representar a redução do lucro das construtoras ou a diminuição de competitividade das empresas que considerarem as perdas reais em seus orçamentos (SOIBELMAN, 1993).

Segundo Bonin et al. (1997) a situação da produção de revestimentos de paredes e tetos de argamassa inorgânica, apesar da técnica de produção ser considerada como dominada, uma observação da realidade dos canteiros de obra permite que se verifique uma extensa diversidade de técnicas praticadas, muitas delas de difícil compreensão.

A confiança no saber empírico dos profissionais responsáveis pela execução dos serviços de revestimento nos canteiros de obra cada vez mais mostra-se insustentável pois convive-se

com a crescente disponibilidade de novos materiais, alheios a base empírica de conhecimento destes profissionais, e o próprio perfil dos profissionais de obra tem se alterado com o tempo, e, normalmente, considera-se para pior (BONIN et al., 1997).

## 1.1 OBJETIVOS

A presente pesquisa tem por objetivo caracterizar o processo de produção de revestimentos de argamassa usados por empresas da construção civil localizadas na cidade de Bento Gonçalves - RS.

Identificar boas práticas de produção de revestimentos a partir da revisão bibliográfica.

Caracterização das configurações típicas de fissuras em revestimentos de argamassa a partir de revisão bibliográfica.

## 1.2 LIMITAÇÕES

O trabalho limita-se ao diagnóstico da produção de revestimentos de argamassa das empresas associadas à Associação das Empresas da Construção Civil de Bento Gonçalves (ASCON), que realizaram os serviços de revestimento no período de janeiro de 2004 a março de 2005, em função do prazo disponível para o desenvolvimento do trabalho de conclusão.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está organizado em quatro capítulos. No capítulo 1, de introdução, é apresentado o tema do trabalho, contextualizando o tema a ser tratado abordando as funções de um revestimento de argamassa, e as implicações e prejuízos decorrentes da incidência de problemas patológicos nos revestimento. Também são apresentados os objetivos, estrutura e limitações do trabalho.

O capítulo 2 procura revisar conceitos e definições sobre a execução de revestimentos de argamassa a partir da revisão bibliográfica. Faz-se uma caracterização de como deve ser as especificações de projeto, das etapas de produção, do recebimento e armazenamento dos materiais, preparação da base, produção da argamassa e aplicação da mesma. Faz-se também uma revisão bibliográfica das manifestações patológicas decorrentes do processo de execução, classificam-se os problemas nos revestimentos segundo as causas, como também são analisadas as principais manifestações patológicas em revestimentos de argamassa com base na sintomatologia aparente. As quais podem ser classificadas nas seguintes tipologias: descolamentos, vesículas, fissuras, eflorescências, manchas de umidade, espectro de juntas, manchas decorrentes de contaminação atmosférica e contaminação mecânica e química por substâncias agressivas.

O capítulo 3 consiste na apresentação do diagnóstico da produção de revestimentos de argamassa na cidade de Bento Gonçalves/RS, constando a metodologia adotada, a análise e conclusões obtidas a partir de observação em obra. Faz-se também, uma análise dos procedimentos adotados para a produção de revestimento, com base no capítulo 2.

O capítulo 4 apresenta as considerações finais quanto à apresentação e análise dos resultados, bem como as conclusões finais e sugestões para novas pesquisas e/ou trabalhos.

## **2 EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE PAREDES E TETOS DE ARGAMASSAS INORGÂNICAS**

A argamassa é um material de construção constituído por uma mistura homogênea de um ou mais aglomerantes (cimento ou cal), agregado miúdo (areia) e água. Podem ainda ser adicionados alguns produtos especiais (aditivos ou adições) com a finalidade de melhorar ou conferir determinadas propriedades ao conjunto (ABCP, 2003).

Os principais tipos de argamassas possuem denominação em função do aglomerante utilizado e da condição de fornecimento. Elas são classificadas em dois grandes grupos: as argamassas inorgânicas, constituídas por aglomerantes inorgânicos, de uso tradicional na construção; e as argamassas orgânicas, constituídas por aglomerantes orgânicos poliméricos, desenvolvidas recentemente e ainda pouco utilizadas na construção (COSTA, 2005).

O processo de produção de revestimento de argamassa é influenciado por uma série de ações que, na maioria das vezes, não recebem os cuidados essenciais para que o produto final obtenha desempenho esperado. Essas ações iniciam-se nas atividades de orçamento, solicitação, compra, recebimento e armazenamento dos materiais, e se estendem à produção propriamente dita da argamassa, que envolve o transporte da argamassa ou dos seus constituintes, como areia, cimento, cal, água e outros, até a sua mistura e aplicação, envolvendo o lançamento e a regularização. Esse processo, como qualquer outro na construção civil, necessita de procedimentos padronizados e que obedeçam às Normas Técnicas vigentes no país, para que se tenha uma garantia de qualidade, produtividade, durabilidade, conforto visual e estética agradável, segurança, economia e outras características importantes para a satisfação dos clientes (MASSETTO et al., 1988).

Segundo Costa (2005), define-se o sistema de revestimento de argamassa como um conjunto de técnicas para a produção de revestimentos de argamassa resultando numa combinação lógica e coordenada de especificações de materiais e de procedimentos e métodos de execução que conduzam ao desempenho desejado. Nesse sentido, um sistema de revestimento de argamassa indica o número de camadas do revestimento, as espessuras das camadas, o tipo

de argamassa a ser utilizado, as especificações dos traços e dos materiais, a técnica de execução e o tipo de acabamento superficial, entre outros.

## 2.1 ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

O projeto de revestimento compõe-se tanto do projeto do produto quanto do processo. Com o projeto do produto tem-se a definição do traço em função dos critérios de desempenho como, por exemplo, as condições de exposição e execução, as características da base e a definição das características geométricas do revestimento, como número e espessura das camadas e juntas de trabalho. O projeto do processo inclui o planejamento da execução e o projeto para a produção do revestimento, envolvendo o cronograma de atividades, quantificação dos serviços, previsão de suprimentos, procedimentos para preparo da argamassa, métodos e técnicas construtivas a serem adotadas na aplicação do revestimento, disposição e seqüência de atividades e uso e características dos equipamentos (MASSETTO et al., 1998).

Maciel e Melhado (1999) defendem que a elaboração do projeto de revestimento deve ser feita juntamente e coordenadamente com os projetos das demais partes do edifício, tais como a estrutura, a alvenaria e as instalações, o que significa tomar decisões relativas ao revestimento antes do início da sua execução, considerando as possíveis interferências entre essas diversas partes do edifício. Com relação ao revestimento de argamassa de fachada, Maciel e Melhado (1999) afirmam que o mesmo é visto, muitas vezes, apenas como uma forma de esconder as imperfeições da base (estrutura e vedações), não sendo valorizadas as suas importantes funções. Este fato é evidenciado pelas decisões tomadas na própria obra, com conhecimento adquirido na prática.

O projeto de revestimentos deve especificar os materiais e técnicas a serem adotados e conceber os detalhes construtivos capazes de conferir ao revestimento as características e propriedades necessárias ao bom desempenho na edificação. Os prazos e custos previstos no planejamento da obra, inclusive os custos de manutenção, para execução do serviço e considerando a vida útil esperada devem ser objeto de atenção (ABCP, 2003).

Segundo Gomes e Neves (2003), o sistema de revestimento corresponde ao conjunto de camadas superpostas e intimamente ligadas, constituído de argamassas e acabamento final,

cuja função é proteger a edificação da ação da chuva, umidade, agentes atmosféricos e desgaste mecânico, bem como dar-lhe acabamento estético. Para elaborar o projeto de execução do sistema de revestimento, devem ser observados os seguintes aspectos:

- a) exposição e localização da edificação; são necessárias informações sobre condições de insolação, regime de chuvas, umidade relativa do ar, temperatura, ventos predominantes, poluentes na atmosfera e outros. Essas variáveis são importantes para a formulação das argamassas (retenção de água, permeabilidade, condições e períodos de aplicação, textura da camada decorativa, juntas, etc.) (CEOTTO et al., 2005);
- b) especificações do revestimento estabelecidas no Projeto Arquitetônico; cores, detalhes de friso e elementos decorativos. Estas variáveis são importantes para paginação da fachada, elaboração dos reforços e juntas, definição dos pré-moldados, etc (CEOTTO et al., 2005);
- c) detalhes do projeto arquitetônico e estrutural que interferem no sistema de revestimento, tais como junta de movimentação estrutural, balanços, aberturas de esquadrias, acabamento no topo do edifício, entre outros;
- d) características específicas do sistema de revestimento;
- e) especificidades da base;
- f) exigências estabelecidas em normas técnicas;
- g) prazos para execução: o cronograma das atividades é importante para a elaboração do planejamento e para a definição de toda a logística de produção;
- h) cultura e tradição no processo de construção, considerando inclusive os materiais locais e qualificação da mão-de-obra.

Além destes itens, Ceotto et al. (2005) recomendam levar-se em conta também:

- a) instalações: interferência nas fachadas, como rasgos e aberturas. Estas variáveis são importantes para a definição dos enchimentos e reforços;
- b) vedação: detalhes deste projeto, materiais utilizados e suas interferência nos revestimentos de fachada. Variáveis importantes para a definição de juntas e reforços no revestimento de fachada, bem como da definição da ponte de aderência (chapisco) e preparação da base.

Com base nestas informações e analisadas as inter-relações entre os diversos aspectos, o projetista possuirá subsídios para a elaboração do projeto para produção, sendo que a NBR

7200 (ABNT, 1998), prescreve que na elaboração das especificações do projeto para execução do sistema de revestimento de argamassa, devem constar pelo menos:

Tipo de argamassa e respectivos parâmetros para definição dos traços;

- a) número de camadas;
- b) espessura de cada camada;
- c) acabamento superficial;
- d) tipo de revestimento decorativo.

Segundo Baía (2000), além dos itens anteriores, deve-se também definir:

- a) detalhes arquitetônicos e construtivos;
- b) técnicas mais adequadas para a execução;
- c) padrão de qualidade dos serviços.

Deve-se especificar também os equipamentos e ferramentas a serem empregados (MACIEL; MELHADO, 1997).

Segundo Ceotto et al. (2005) o desenvolvimento do projeto de revestimento deve ser iniciado logo após a entrega dos projetos preliminares da arquitetura, estrutura e vedação. Nesta etapa, o projetista de revestimento tem condições de interagir com os demais projetistas, o que reduz as incompatibilidades entre projetos.

### **2.1.1 Composição e dosagem**

A composição da argamassa diz respeito aos seus materiais constituintes. Já a dosagem é referente ao proporcionamento dos materiais.

Cincotto (1988, apud CARNEIRO, 1993) cita como uma das causas de manifestações patológicas em revestimentos o uso de argamassa em proporções inadequadas à função a que foram destinadas. Um exemplo é a falta de plasticidade, corrigida com excesso de água,

umentando a porosidade e conseqüentemente a permeabilidade do revestimento (TANGO, 1990 apud CARNEIRO, 1993), desencadeando uma série de manifestações patológicas no mesmo.

Independente do tipo do revestimento e da argamassa de revestimento, para se estabelecerem os requisitos da argamassa, considera-se que (GOMES; NEVES, 2003):

- a) a capacidade de deformação do sistema de revestimento é compatível com a da base;
- b) a elasticidade da argamassa é essencial para absorver as deformações decorrentes de variação da temperatura ambiente e da estrutura de concreto;
- c) o coeficiente de dilatação térmica das argamassas pouco depende do teor do aglomerante e será mais elevado quanto maior for o coeficiente de dilatação dos agregados;
- d) a resistência mecânica do revestimento é compatível com a da base;
- e) quanto maior o teor de cimento, maior será a resistência à compressão ou à tração;
- f) as resistências das argamassas de revestimento de paredes e tetos decrescem das camadas internas para as externas, para diminuir a rigidez do revestimento e evitar fissuras.

Para Gomes e Neves (2003) é indispensável que as proporções da mistura (traço) sejam elaboradas em laboratório especializado e capacitado para realizar ensaios em argamassa de revestimento e assentamento. Os parâmetros indicados para dosagem das argamassas de revestimento são: consistência, capacidade de retenção de água, teor de ar incorporado, consumo mínimo de aglomerantes e composição de agregados – adição e areia. Para a dosagem das argamassas pode-se usar o método da Silvia Selmo (1989).

A argamassa dosada no canteiro é composta, normalmente, por cimento, cal hidratada, areia, aditivos ou adições e água. Cada um desses materiais apresenta características próprias que interferem nas propriedades da argamassa e do revestimento, devendo ser consideradas no momento da definição da argamassa. Além das características dos materiais a serem empregados, existem outros fatores que devem ser considerados nessa definição, tais como (BAÍA, 2000):

- a) as condições de exposição do revestimento;
- b) as características da base de aplicação;
- c) as propriedades requeridas para a argamassa e para o revestimento;
- d) as condições de produção e controle da argamassa e do revestimento;
- e) custo.

As argamassas mistas de cimento e cal hidratada são as mais indicadas para os revestimentos em argamassa por reunirem vantagens dos dois materiais obtidas através de um adequado proporcionamento. A tabela 1 descreve qualitativamente a variação das propriedades das argamassas com variação do teor relativo de cal e cimento, segundo Bonin et al. (1993).

Tabela 1: Variação das propriedades das argamassas

Propriedades melhoradas com maior teor relativo de cimento	Propriedades melhoradas com maior teor relativo de cal
Maior resistência à compressão	Maior resistência à alta temperatura
Maior resistência à tração	Menor retração de secagem inicial
Maior capacidade de aderência	Maior retenção de água
Maior durabilidade	Menor retração de secagem reversível
Menor permeabilidade	Maior trabalhabilidade
Maior resistência inicial	Maior plasticidade
	Maior elasticidade

(fonte: BONIN et al., 1993)

### 2.1.2 Número de camadas

Quanto ao número de camadas, o revestimento de argamassa pode ser de camada única, ou de duas camadas, denominada emboço e reboco.

Na determinação do número de camadas do revestimento, devem ser observadas as condições de exposição da fachada a ser revestida.

A NBR 13529 (1995b) não considera o chapisco uma camada de revestimento, chamando-a de camada contínua ou descontínua para preparo da base. Entretanto, embora o chapisco não represente efetivamente uma camada de revestimento, é de extrema importância para as camadas seguintes, servindo de regularização da base e de ancoragem mecânica para aderência da camada de argamassa com o substrato (FIORITO, 1994).

### 2.1.3 Espessura das camadas

As espessuras das camadas devem atender aos limites especificados na NBR 13749 (ABNT, 1996) para paredes e tetos, cujos valores são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Espessura da camada do revestimento de argamassa

Camada	Revestimento de parede (mm)		Revestimento de teto interno
	interno	externo	
emboço <sup>1</sup>	5 < e ≤ 20	20 < e < 30	e ≤ 20
emboço+reboco <sup>2</sup>			
camada única <sup>2</sup>			

1 – acabamento em pastilha ou placa cerâmica; 2 – acabamento em pintura

(fonte: ABNT, 1996)

No caso do revestimento do tipo emboço e reboco, a camada de reboco deve ter, no máximo, 5mm, sendo o restante da espessura referente à camada de emboço. No revestimento do tipo massa única, a espessura admissível é relativa a essa camada (BAÍÁ, 2000).

No caso da espessura do revestimento ser superior a 5 cm, a aplicação da argamassa deve ser feita em duas etapas: a primeira camada deve secar por um período não inferior a 24 h e ser levemente umedecida quando da aplicação da segunda (NBR 7200, 1998). Se a espessura for de 5 a 8cm, a aplicação deve ser feita em três etapas, sendo as duas primeiras encasquilhadas. Nesse caso também pode ser previsto o uso de telas metálicas no revestimento (BAÍÁ, 2000).

No caso de revestimentos de maior espessura, em virtude das forças existentes que restringem o fluxo da água, a quantidade e a velocidade de água transportada para o interior do substrato é menor. Este fato pode trazer de imediato, a majoração do tempo para realização das operações de acabamento do revestimento pelo maior teor de água no interior da argamassa. O maior peso próprio do revestimento pode majorar as tensões de cisalhamento impostas ao movimento descendente e/ou escorrimento da argamassa (PAES, 2004).

Se a espessura for menor, não deve ultrapassar alguns limites, para que a proteção do revestimento à base não seja prejudicada. A tabela 3, segundo Baía (2000), apesar de estar contradizendo a norma, apresenta as espessuras mínimas nos pontos críticos do revestimento de argamassa de fachada, que se encontra em condição de exposição mais severa.

Tabela 3 - Espessuras mínimas nos pontos críticos

TIPO DE BASE	ESPESSURA MÍNIMA (mm)
Estrutura de concreto em pontos localizados	10
Alvenaria em pontos localizados	15
Vigas e pilares em regiões extensas	15
Alvenarias em regiões extensas	20

(fonte: BAÍA, 2000)

#### 2.1.4 Detalhes construtivos do revestimento

Os detalhes construtivos devem ser previstos no projeto para contribuir para o melhor desempenho do revestimento de argamassa. Existem diversos tipos de detalhes, sendo destacados as juntas de trabalho, os peitoris, as pingadeiras, as quinas e cantos e o reforço do revestimento com tela metálica (BAÍA, 2000). As projeções horizontais e verticais presentes nas fachadas funcionam como meios de controle do fluxo de água e podem assumir várias formas distintas nos detalhes construtivos (CINCOTTO et al., 1995).

Segundo Carneiro (1993), aos detalhes construtivos atribui-se a função de proteger a fachada da edificação, bem como o revestimento nela aplicado de possíveis agentes agressivos como a chuva e a de prevenir a ocorrência de falhas no revestimento, como a fissuração.

Abaixo segue os detalhes construtivos prescritos na NBR 7200 (ABNT, 1998):

- a) arestas;
- b) pingadeira;
- c) juntas;
- d) riscos e sulcos.

### **2.1.5 Especificação dos materiais**

Todos os materiais constituintes da argamassa devem ser criteriosamente especificados no projeto, sendo importante também que haja um controle de recebimento dos materiais, avaliando a conformidade do produto em relação à quantidade e a qualidade do material, incluindo aspectos fáceis de serem percebidos, como aparência visual, até aspectos mais complexos e difíceis de serem observados em canteiro de obra, como, por exemplo a granulometria de areias, os quais demandam a realização de ensaios (COSTA, 2005).

Para os materiais sólidos constituintes da argamassa preparada em obra e empregada na camada de emboço, no reboco, na camada única e no contrapiso, especificam-se algumas características dos materiais constituintes, tais como (GOMES; NEVES, 2003):

- a) tipo de cimento e cal, de acordo com as normas existentes;
- b) aspecto visual, módulo de finura e teor de materiais pulverulentos para a areia e adições (arenoso, caulim e resíduos de demolição e construção).

#### **2.1.5.1 Cimento**

O cimento, como um dos aglomerantes das argamassas de revestimento, é responsável por suas propriedades de resistência mecânica. Suas qualidades estão correlacionadas com a resistência mecânica e finura (CARNEIRO, 1993).

O cimento Portland possui propriedade aglomerante desenvolvida pela reação de seus constituintes com a água, sendo assim denominado aglomerante hidráulico. A contribuição do cimento nas propriedades das argamassas está voltada, sobretudo para a resistência mecânica. Além disso, o fato de ser composto por finas partículas contribui para a retenção da água de mistura e para a plasticidade. Se, por um lado, quanto maior a quantidade de cimento presente na mistura, maior é a retração, por outro, maior também será a aderência à base (ABCP, 2003).

O tipo e as características físicas do cimento podem influenciar os valores de aderência, sendo que um dos parâmetros mais significativos na resistência é a finura do cimento; quanto mais fino o cimento maior a resistência de aderência obtida, tanto a resistência final (em idades superiores a 6 meses) quanto principalmente as iniciais (3 a 4 dias). Assim, maiores valores de resistência de aderência são obtidos quando se emprega o CP V – ARI (alta resistência inicial) em comparação com os demais cimentos Portland. No entanto, cuidado especial deve ser tomado com o uso dessa informação, pois justamente em virtude de sua maior finura, cimentos de alta resistência inicial podem levar à fissuração do revestimento de modo mais fácil do que outros cimentos, considerando-se o mesmo consumo (CARASEK et al., 2001). O mesmo acontece para o CP IV (cimento pozolânico) que apresenta alto teor de finos.

Os cimentos com alta resistência mecânica (classe 40) não devem ser utilizados em revestimentos de argamassa, pois aumentam o risco de fissuração. Recomenda-se, portanto, o uso de cimentos com menor resistência mecânica, pois proporcionam ao revestimento menor rigidez, resistindo melhor às deformações com considerável redução da ocorrência de fissuras (BONIN et al., 1993).

Acrescenta-se ainda, como característica a ser levada em conta no cimento utilizado na produção da argamassa de revestimento, o tempo de início de pega que é contado a partir do lançamento da água de amassamento até o começo da perda da plasticidade, ou seja, quando a massa fica indeformável para pequenas cargas. Esta característica é importante na determinação do tempo para transporte e aplicação da argamassa de revestimento (CARNEIRO, 1993).

### 2.1.5.2 Cal Hidratada

A cal hidratada além de ser um material aglomerante, possui, por sua finura, importantes propriedades plastificantes e de retenção de água. Dessa forma, as argamassas contendo cal preenchem mais fácil e de maneira mais completa toda a superfície do substrato, propiciando maior extensão de aderência. Por sua vez, a durabilidade da aderência é proporcionada pela habilidade da cal em evitar fissuras e preencher vazios, o que é conseguido através da reação de carbonatação que se processa ao longo do tempo. Este aspecto particular da cal é conhecido como restabelecimento aglomerante nas argamassas de revestimento e assentamento (CARASEK et al., 2001).

As argamassas contendo cal, de forma geral, apresentam maior deformação na ruptura, conforme constatado por Mosquera et al. (2002) que estudaram uma argamassa com traço 1:1:6 (cimento, cal hidratada e areia, em volume) em comparação a argamassas diversas, incluindo uma argamassa industrializada. Este é um indicador da resistência à propagação de fissuras deste produto.

A cal permite a argamassa de revestimento no estado fresco maior trabalhabilidade (plasticidade e retenção de água) e possibilidade de deformação com pouca fissuração quando endurecida.

As propriedades conferidas pela cal às argamassas no estado fresco e endurecido (revestimento) são função de sua qualidade. As cales comercializadas são classificadas em CH-I, CH-II e CH-III, respectivamente cal hidratada especial, cal hidratada comum e cal hidratada comum com carbonatos. Abaixo segue as especificações de cada uma destas cales (BONIN et al., 1993).

- a) as cales do tipo CH-I são as que representam melhor qualidade com relação ao menor teor de óxidos de cálcio e de impurezas: pelo que obtém boa retentividade de água e dispensando procedimentos especiais de maturação da pasta de cal;
- b) as cales do tipo CH-II conferem às argamassas uma boa retenção de água, porém, devido ao maior teor de óxidos livres, exigem cuidados de maturação da pasta de cal para evitar a hidratação tardia dos óxidos já no revestimento aplicado;

- c) as cales do tipo CH-III são as de pior qualidade, pois seu poder de retenção de água é menor devido aos teores de carbonatos dispersos na cal reagente e, como as cales do tipo CH-II, exigem cuidados especiais de maturação da pasta de cal.

A maturação da cal, que pode ser utilizada tanto para a cal virgem quanto para a hidratada, consiste em deixar a cal em contato com a areia e água, ou só com a água, durante um certo período de tempo, antes do emprego na argamassa. Para as obras que empreguem mistura prévia de cal e areia deve-se misturar primeiramente a areia e a cal, e após acrescentar água. A mistura produzida deve ser deixada em maturação durante, pelo menos, 16 horas (NIQUES et al., 2003).

O endurecimento da cal hidratada é geralmente atribuído à carbonatação dos hidróxidos presentes, que acontece gradualmente após a evaporação parcial da água de amassamento. No entanto, Dheilily et al.(1999) colocam que segundo estudos publicados no Journal Materials Science and Engineering A, parte do hidróxido de magnésio e mesmo do óxido de magnésio presentes podem levar à formação de hidromagnesita ( $Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 4H_2O$ ) (), produto que mesmo em baixas concentrações aumenta significativamente a resistência mecânica das argamassas confeccionadas com cales magnesianas ou dolomíticas.

A hidratação do óxido de magnésio, presente em cales dolomíticas, é sempre mais lenta que a do óxido de cálcio, e é acompanhada por um grande aumento de volume. A hidratação se dá então com expansão e, se ela ocorre após a aplicação da argamassa no revestimento, pode gerar a formação de vesículas causadas pela hidratação do óxido de cálcio, e empolamento, causado pela hidratação do óxido de magnésio (CINCOTTO, 1977 apud NIQUES et al., 2003).

A hidratação completa ou quase completa da cal virgem é muito importante para formular argamassas de qualidade e duráveis. Através de medidas termogravimétricas e de difração de raios-X semi-quantitativas das quantidades de hidróxidos de cálcio e de magnésio formados após vários tempos de maturação de uma cal virgem dolomítica, foi confirmada a rapidez de hidratação do óxido de cálcio, que ocorreu logo após o contato com a água. Por sua vez, a hidratação do óxido de magnésio finaliza após 24 horas de maturação (NIQUES et al., 2003).

### 2.1.5.3 Areia

As areias utilizadas na preparação de argamassas podem ser originárias de rios, cava, britagem (areia de brita, areia artificial). O agregado miúdo ou areia é um constituinte das argamassas de origem mineral, de forma particulada. A granulometria do agregado tem influência nas proporções de aglomerantes e água da mistura. Desta forma, quando há deficiências na curva granulométrica (isto é, a curva não é contínua) ou excesso e finos, ocorre maior consumo de água de amassamento, reduzindo a resistência mecânica e causando maior retração por secagem na argamassa (ABCP, 2003).

A areia forma uma estrutura pouco deformável que suporta a troca de volume dos aglomerantes sem que se produzam fissuras. As principais características tecnológicas que devem ser verificadas são granulometria, forma da partícula e pureza (BONIN et al., 1993).

Para obtenção de bons resultados de aderência, a areia deve possuir uma distribuição granulométrica contínua (CARASEK et al., 2001). O estudo sobre a influência da distribuição granulométrica dos agregados nas propriedades de argamassas e concretos nos estados fresco e endurecido, pode ser remontado quando Füller e Thompson (1907), através de trabalhos experimentais e empíricos, variando as composições dos agregados e cimento de argamassas e concretos, obtiveram resultados que indicam a redução do consumo de água de amassamento para um aumento da compacidade variando a granulometria do agregado. Como os ensaios eram realizados por tentativas, foi necessário um método para a correção da granulometria dos agregados naturais.

As areias grossas são indicadas para chapisco, as médias para emboço e as finas para o reboco.

A distribuição granulométrica da areia interfere na trabalhabilidade da argamassa e no consumo de aglomerantes e água. Já no revestimento acabado, exerce influência na fissuração, rugosidade, permeabilidade e resistência de aderência, ou seja, no seu desempenho como um todo (ANGELIM et al., 2003).

A medida que aumenta o tamanho dos grãos de areia, menor será a quantidade de poros finos no interior da argamassa, que concorrerão com os poros do substrato durante o processo de transporte de água no sistema, ou seja, maior será a quantidade de poros ativos do substrato que irá absorver água e, conseqüentemente promover uma maior deposição de produtos de

hidratação na região de interface, contribuindo para uma maior ancoragem da argamassa (SCARTEZINI, 2002).

Areias ou composições inertes com altos teores de finos (principalmente partículas inferiores a 0,075 mm) podem prejudicar a aderência e, neste caso, podem ser apresentadas duas hipóteses como explicação. A primeira refere-se ao fato de que quando da sucção exercida pelo substrato, os grãos muito finos da areia podem penetrar no interior de seus poros tomando assim o lugar de produtos de hidratação do cimento que se formariam na interface e produziram o encunhamento da argamassa. A segunda hipótese versa sobre a teoria dos poros ativos do substrato, na qual uma areia com grãos muito finos produziram uma argamassa com poros de raio médio pequeno; argamassas com poros menores do que os poros do substrato dificultam a sucção da pasta aglomerante, uma vez que o fluxo hidráulico se dá sempre no sentido dos poros maiores para os menores. Sendo assim, os poros do substrato seriam, em sua maioria, ineficientes para succionar a pasta aglomerante da argamassa, reduzindo a contribuição para a aderência (CARASEK et al., 2001).

A forma dos grãos interfere na trabalhabilidade da argamassa. Os grãos angulosos dificultam a trabalhabilidade da argamassa, mas proporcionam superfícies mais ásperas ao revestimento. Os grãos arredondados, que possuem menor superfície específica e atrito interno conferem melhor trabalhabilidade e compacidade às argamassas (BONIN et al., 1993).

Segundo Tristão e Roman (2005), a forma dos grãos que compõe uma areia influencia sensivelmente o volume de vazios da areia, o que irá interferir no proporcionamento dos materiais na produção das argamassas para revestimento das edificações. Portanto deve-se considerar na especificação das areias, não somente a sua distribuição granulométrica, mas principalmente os seus parâmetros relacionados à forma dos grãos. Para grãos esféricos, a porosidade de mistura de grãos de diversos tamanhos é menor do que para a mistura de grãos de um só tamanho e que geralmente desvios na forma esférica dos grãos tendem a aumentar a porosidade de misturas de um só tamanho. E para grãos não esféricos, o volume de vazios varia inversamente proporcional com o arredondamento, a esfericidade e o fator de forma dos grãos, sendo que quanto maior forem os parâmetros morfológicos, menores os volumes de vazios das frações.

Argamassas de areias mais finas perdem menos água por sucção do que argamassas de areia com granulometria mais grossa. À medida que aumenta o tamanho dos grãos da areia,

aumenta a perda de água da argamassa e, em alguns casos, aumenta a resistência de aderência do revestimento (SCARTEZINI; CARASEK, 2003).

As areias contendo matéria orgânica como ácidos resultantes da decomposição vegetal interferem na alcalinidade das pastas de cimento, além disso, podem interferir na hidratação do cimento ou carbonatação da cal e reduzir a aderência entre a pasta e o agregado. Os materiais nocivos devem ser eliminados das areias por meio de lavagem (BONIN et al., 1993).

A forma das partículas e a presença dos finos influenciam significativamente no desempenho das argamassas. As argamassas com areias naturais apresentam menor exigência de água, menor retenção de água, menor absorção de água por capilaridade e menor resistência à compressão quando comparada as argamassas com areia britada de rocha ou areia artificial, sendo que a presença de finos influenciou favoravelmente, aumentando as resistências à compressão e a tração na flexão (SILVA et al., 2005).

Os finos da areia industrial (artificial) aumentam a demanda de água para se obter a trabalhabilidade adequada, com isso elevam a retenção de água e a absorção capilar das argamassas, provavelmente devido ao refinamento dos poros, que se tornam mais capilares. Além disso, diminuem: a massa aparente e a resistência mecânica em relação a areia natural (PANDOLFO et al., 2005).

Argamassas produzidas com a areia artificial proveniente do britamento de rocha basáltica são mais pesadas, que se reflete na densidade de massa no estado fresco, dificultando o seu uso para revestimento de tetos e paredes (TRISTÃO et al., 2005).

#### 2.1.5.4 Água

A água é um ingrediente essencial na argamassa uma vez que ela possui duas funções primordiais: (a) como único líquido, possibilita que a mistura seja trabalhável; e (b) combina-se quimicamente com aglomerantes proporcionando o endurecimento e a resistência da argamassa (CARASEK et al., 2001).

A água de amassamento confere maior ou menor ductilidade ou plasticidade à argamassa. Deve ser constatado que seja livre de impurezas. Quanto à temperatura a faixa ideal para a argamassa varia de 18 a 22 °C, pois temperaturas altas, acima de 30 °C, ocorre aceleração da pega e em temperaturas baixas, abaixo de 3°C, verifica-se o retardamento da pega, provocando até o congelamento da argamassa (BONIN et al., 1993).

A água, embora seja o recurso diretamente utilizado pelo pedreiro para regular a consistência da mistura, fazendo a sua adição até a obtenção da trabalhabilidade desejada, deve ter o seu teor atendendo ao traço pré-estabelecido, seja para argamassa dosada em obra ou na indústria (ABCP, 2003)

Para obter melhores resultados de aderência, o conteúdo de água das argamassas deve ser o máximo possível compatível com a trabalhabilidade, garantindo a coesão e a adequada plasticidade da argamassa (CARASEK et al., 2001).

De acordo com Groot (1993), as quantidades de água existentes na argamassa exercem influência significativa na resistência mecânica do revestimento endurecido, pois o aglomerante desempenhará o seu papel em função do conteúdo de água resultante após a sucção.

#### 2.1.5.5 Aditivo

Os aditivos são compostos adicionados em pequena quantidade à mistura, com a finalidade de melhorar uma ou mais propriedades da argamassa no estado fresco e no estado endurecido e sua quantidade é expressa em porcentagem do aglomerante. Usualmente, através do uso de aditivos, procura-se diminuir a retração na secagem (para diminuir fissuração), aumentar o tempo de pega e manter a plasticidade (para facilitar a trabalhabilidade), aumentar a retenção de água e por fim, aumentar a aderência da argamassa ao substrato (ABCP, 2003).

O principal aditivo empregado em argamassas é o incorporador de ar, que é adicionado com a finalidade de melhorar a plasticidade, permitindo a redução da quantidade de água. Esse produto, pela inclusão de bolhas de ar, em geral também aumenta a retenção de água da argamassa e reduz a sua exsudação, daí muitas vezes empregado como substitutivo da cal (CARASEK et al., 2001). A incorporação de ar possibilita a utilização de menor quantidade

de água, pois as bolhas de ar incorporado substituem a água, funcionando como lubrificante, sem prejuízo da trabalhabilidade (BEALL, 1991).

Segundo a ASTM C270 (ASTM, 1989), os aditivos ditos substitutivos da cal devem proporcionar maior trabalhabilidade (fluidez, coesão e retenção de água) às argamassas de cimento. No entanto frisa que o uso não controlado destes aditivos é prejudicial, pois com o aumento da dosagem, diminuem a resistência mecânica e a aderência. Aditivos incorporadores de ar têm benefícios específicos, de acordo com o estado da argamassa. No estado fresco, a vantagem está na produção de argamassa em climas frios, em que a água de amassamento deve ser reduzida para evitar o congelamento.

Carasek et al. (2001) afirma que vários pesquisadores, baseados em resultados de ensaios mecânicos, têm afirmado que os agentes incorporadores de ar reduzem a resistência de aderência. A baixa resistência de aderência obtida com argamassas aditivadas é atribuída à redução da superfície de contato na interface pela presença das bolhas de ar. Embora, segundo publicação da Comunidade da Construção/ABCP (2005), a resistência de aderência tem seu valor influenciado em função do substrato (concreto, cerâmica estrutural e cerâmica de vedação).

## 2.2 ETAPAS DA EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO DE PAREDE

A definição da seqüência de execução orienta o planejamento da produção, no qual deve ser feito o dimensionamento das equipes de execução, além de auxiliar na identificação de interferências com outros serviços dentro do canteiro de obras. Deve também estabelecer a ordenação das etapas de execução ao longo da fachada, respeitando os intervalos mínimos de execução recomendados entre as mesmas (MACIEL; MELHADO, 1999).

### 2.2.1 Verificações preliminares

Vistoriar as condições da base, para determinar as correções necessárias à execução do revestimento. Observar as condições para execução dos serviços de revestimento, incluindo (NBR 7200, ABNT 1998):

- a) emprego de ferramentas especiais;
- b) período em que ocorrerá o serviço;
- c) avaliação das condições ergonômicas dos locais de trabalho, verificando-se a necessidade de andaimes ou outros equipamentos auxiliares que permitam aos operários terem um acesso estável com segurança aos planos a serem revestidos;
- d) adequação do canteiro de obra à instalação dos equipamentos e execução dos serviços.

Para garantir a qualidade das argamassas preparadas em obra, o canteiro deve possuir central de argamassa, devidamente instalada com a seguinte infra-estrutura mínima:

- a) misturador mecânico;
- b) compartimentos separados e identificados para estoque dos diferentes materiais;
- c) ponto de água canalizada próximo ao misturador mecânico com medidor de água acoplado;
- d) peneiras;
- e) dispositivos para medição de agregados, adições e água.

### **2.2.2 Cronograma de execução**

A atividade de revestimento é precedida da execução das estruturas portantes (pilar, viga e laje) e de vedação que, segundo SILVA (1991), são as “condições básicas a serem atendidas em termos de precedência técnica para a execução do revestimento”.

Segundo a NBR 7200 (ABNT, 1998), quando se fizer uso de argamassas preparadas em obra, as bases de revestimento devem ter as seguintes idades mínimas:

- a) 28 dias de idade para as estruturas de concreto e alvenarias armadas estruturais;
- b) 14 dias de idade para alvenarias não armadas estruturais e alvenarias sem função estrutural de tijolos, blocos cerâmicos, blocos de concreto e concreto celular, admitindo-se que os blocos de concreto tenham sido curados durante pelo menos 28 dias antes da sua utilização,

- c) 3 dias de idade do chapisco para aplicação do emboço ou camada única: para climas quentes e secos, com temperatura acima de 30 °C, este prazo pode ser reduzido para dois dias;
- d) 21 dias de idade para o emboço de argamassa de cal, para início dos serviços de reboco;
- e) 7 dias de idade do emboço de argamassas mistas ou hidráulicas, para início dos serviços de reboco;
- f) 21 dias de idade do revestimento de reboco ou camada única, para execução de acabamento decorativo.

Para revestimentos de argamassas industrializadas ou dosadas em central, estes prazos podem ser alterados, se houver instrução específica do fornecedor, com comprovação através de ensaios de laboratório credenciado pelo INMETRO.

Quando a argamassa de emboço for aplicada em mais de uma demão, deve-se respeitar o prazo de 24h entre aplicações.

### **2.2.3 Acompanhamento dos serviços de revestimento**

Segundo Helene e Souza (1988 apud CARNEIRO, 1993), não basta seguir as precedências técnicas, deve-se levar em consideração, também, a forma como estas são executadas. Portanto, um controle de qualidade que envolva as ações de controle de produção e controle de recebimento das precedências técnicas é importante:

- a) o controle de produção é exercido por quem gera produtos em uma das etapas do processo, que no caso das atividades de canteiro de obra antecedentes ao revestimento, são os próprios oficiais;
- b) o controle de recebimento, por outro lado, é exercido por quem fiscaliza e aceita os produtos e os serviços executados nas várias etapas do processo.

Para controlar a qualidade dos serviços que estão envolvidos neste processo de execução, faz-se necessário um levantamento das condições iniciais do trabalho e controle das etapas de execução.

Segundo a NBR 7200 (ABNT, 1998), convém registrar em planilhas de acompanhamento dos serviços às condições de aplicação do revestimento para a elaboração do relatório quanto a;

- a) condições de nível, prumo e planeza da base;
- b) tratamento da base para correção de nível, prumo e planeza;
- c) limpeza da base;
- d) traço e preparo das argamassas;
- e) espessura do revestimento ou de camadas do revestimento;
- f) correções ou reparos eventualmente realizados ao longo do serviço.

## **2.2.4 Recebimento e armazenamento dos materiais**

O recebimento e armazenamento dos materiais devem seguir algumas recomendações conforme descrição abaixo.

### **2.2.4.1 Água de amassamento**

A água destinada ao preparo das argamassas deve ser protegida de contaminação e atender ao disposto na NBR 12655 (ABNT, 1996).

### **2.2.4.2 Agregados**

Os agregados devem ser estocados em compartimentos identificados pela natureza e classificação granulométrica, em um espaço confinado em três lados, com fundo inclinado e drenado, de sorte a evitar a saturação e contaminação. Se não houver drenagem, deve-se evitar o emprego do material em contato com o solo até uma altura de 0,15 m. Os espaços de armazenamento devem estar protegidos da contaminação por resíduos da obra, tais como serragem, pontas de ferro, arame, pregos, etc (NBR 7200,1998).

Para aceitação deve-se, segundo ABCP (2003) verificar visualmente a granulometria, cor, cheiro, existência de matéria orgânica, torrões de argila ou qualquer outra contaminação, rejeitando-se o lote conforme os critérios das normas e especificações técnicas. Alguns ensaios estão disponíveis caso necessário (NBR 7211), lembrando ainda a importância da uniformidade da granulometria para a manutenção da homogeneidade do produto argamassa.

Os agregados que apresentarem grumos ou outros materiais estranhos por contaminação eventual no armazenamento devem ser peneirados antes do preparo das argamassas, através de peneiras de malha compatível com o agregado em uso e com o tipo de revestimento (NBR 7200, 1998).

Segundo Ceotto et al. (2003), cada viagem do material entregue à obra deverá ser identificada e numerada. Todos os fornecimentos dos materiais deverão ser registrados em tabelas, desenvolvidas pela equipe técnica, que deverão conter no mínimo as seguintes informações:

- a) empresa fornecedora;
- b) tipo de material;
- c) número do fornecimento e da nota fiscal;
- d) quantidade recebida; e
- e) datas da fabricação e entrega.

#### 2.2.4.3 Adições

Os materiais definidos na NBR 13529 (ABNT, 1995) e os materiais reciclados de entulho de obra são considerados adições. Os materiais que contêm finos de natureza argilosa devem ser protegidos contra chuva. O recebimento e o armazenamento das adições devem seguir as mesmas orientações recebidas para os agregados (NBR 7200, 1998).

#### 2.2.4.4 Cal

A cal é um aglomerante responsável por propriedades peculiares na construção civil. Destaque especial cabe à plasticidade que a cal confere às pastas e argamassas no estado

fresco, permitindo maiores deformações no estado endurecido e sem fissuração, o que não ocorre, com frequência, em caso de se empregar somente cimento Portland (CINCOTTO et al. 1995 apud QUARCIONI; CINCOTTO, 2005).

O comportamento de argamassas de mesmo traço produzidas com cal hidratada CH-I e com cal hidratada CH-II é diferente, fenômeno relacionado aos teores diferenciados de filer calcário presentes nessas cales (QUARCIONI; CINCOTTO, 2005).

A cal hidratada entregue deve ser submetida a um controle básico de recebimento onde sejam observadas as seguintes características (BONIN et al., 1993):

- a) registro de informações sobre o fornecimento da cal, identificando o fornecedor, documento fiscal, quantidade e data de entrega;
- b) verificação do estado de conservação da sacaria, recusando todos sacos que apresentarem rasgos ou umidade;
- c) verificação da massa líquida dos sacos entregues através da pesagem de 30 sacos escolhidos aleatoriamente na carga descontando a massa da embalagem de papel, faz-se a média da massa dos 30 sacos, admitindo-se uma diferença de até 1% em relação à massa nominal expressa na sacaria; excedendo a amostra esta tolerância, a carga deve ser recusada;
- d) registro de informações sobre características da cal, identificando o fabricante, tipo de cal e informações técnicas adicionais incluindo obrigatoriamente a massa unitária aparente máxima e procedimentos recomendados pelo fabricante para a maturação da cal.

Quanto à maturação da cal, é importante lembrar que as cales do tipo CH - II e CH - III devem sofrer obrigatoriamente um estágio de maturação, a primeira para reduzir riscos com hidratação tardia de óxidos não hidratados e a segunda, além dessa razão, para melhorar as características aglomerantes da cal, não tão boas quanto as das cales CH - I e CH - II (BONIN et al., 1993).

#### 2.2.4.5 Cimento

De acordo com o ABCP (2003) para o recebimento e aceitação do cimento em obra em primeiro lugar define-se o tamanho da amostra por lote como uma entrega (caminhão) com

menos de 30 ton., o tamanho da amostra é de 10 sacos. Para a verificação da massa, os sacos da amostra devem ser pesados e ter seus valores anotados; a quantidade é verificada a partir da contagem do número de sacos. Através da inspeção visual os seguintes itens devem ser conferidos:

- a) vencimento da prazo de validade;
- b) a existência de sacos rasgados, furados, molhados, manchas de produtos estranhos;
- c) certificar-se de que o produto não está empedrado.

Para o correto armazenamento proceder da seguinte maneira:

- a) local fechado, apropriado para evitar ação da umidade, extravio ou roubo e com piso revestido com estrado de madeira (pontaletes e tábuas ou chapas de compensado);
- b) garantir que os sacos mais velhos sejam utilizados antes dos sacos recém entregues, atentando para que nunca seja ultrapassada a data de validade do produto;
- c) as pilhas de cimento e argamassa devem ser de no máximo 10 sacos, por não mais que 90 dias contados de sua data de fabricação, respeitando-se o limite de sobrecarga das lajes;
- d) as pilhas devem ficar pelo menos 20 cm afastados das paredes de depósito;
- e) armazenar o mais próximo possível do local de uso permitindo fácil acesso e identificação;
- f) a cobertura da área de estoque deve ser reforçada para minimizar os riscos de perda por goteiras ou vazamentos despercebidos;
- g) em todos os casos, deve-se evitar estoques excessivos.

Deve ser exigido do fornecedor e/ou do fabricante do cimento o certificado de conformidade da carga em relação à normalização observando-se, especialmente, as seguintes características (BONIN et al., 1993):

- a) finura, que se for muito alta pode produzir fissuração por retração dos revestimentos;

- b) tempo de início e fim de pega, para o planejamento dos tempos de mistura da argamassa e aplicação das camadas do revestimento;
- c) resistência à compressão, que não pode ser muito alta por reduzir a flexibilidade do revestimento;
- d) massa específica aparente unitária, para a aferição do valor utilizado em projeto na relação de conversão de massa para volume do cimento no proporcionamento dos materiais constituintes da argamassa.

#### 2.2.4.6 Argamassa dosada em central

As argamassas dosadas em central devem ser armazenadas em recipientes impermeáveis e protegidas de aeração e incidência de raios solares. O tempo máximo de validade deve ser definido pelo fornecedor (NBR 7200, ABNT 1998).

Se argamassa industrializada, o fabricante deverá apresentar a construtora uma ficha técnica do sistema base/chapisco/argamassa contendo todos os valores das propriedades solicitadas pelo projetista, atestando que o sistema atende às especificações previstas no projeto e que tem condições de manter essas propriedades ao longo de todo o fornecimento (MANUAL, 2003).

### 2.2.5 Preparação da base de revestimento

Estando a aderência da argamassa de revestimento dependente dos cuidados de preparação da base (LEJEUNE, 1982), julga-se necessário conhecer suas características, a fim de se determinar, em nível de projeto, qual procedimento de preparação deve ser adotado.

O preparo da base envolve 4 atividades distintas (ABCP, 2003):

- a) remoção de sujidades;
- b) correção de irregularidades;
- c) preenchimento de furos;
- d) chapiscamento.

### 2.2.5.1 Condições da base

As bases de revestimento devem atender as exigências de planeza, prumo e nivelamento fixadas nas respectivas normas, de alvenaria e de estruturas de concreto.

A aderência do revestimento está relacionada com o grau de absorção da base, que propicia a microancoragem, e com a rugosidade superficial, que contribui para a macroancoragem (NBR 7200, ABNT 1998).

Outro fator que afeta a aderência, é a resistência da base às sucessivas camadas do revestimento. Assim, a resistência mecânica do revestimento deve ser sempre decrescente desde a primeira camada até a mais externa, a fim de evitar uma movimentação diferencial entre o revestimento e a base (BSI, 1976).

O diâmetro, estrutura, volume e distribuição dos poros do substrato, aliados às suas características superficiais influem na quantidade e velocidade de água transportada para seu interior e, conseqüentemente, na alteração das propriedades da argamassa em contato com a base absorvente. A porosidade das argamassas, aliada à interação com o tipo de substrato sobre os quais estas são aplicadas, em virtude do maior ou menor poder de sucção destes influem diretamente sobre as propriedades fundamentais do revestimento, como por exemplo, na resistência de aderência (PAES et al., 2005).

O processo de aderência inicia-se imediatamente após o contato da argamassa com o substrato e é devido ao movimento da água (contendo os produtos do cimento e da cal) em direção à base, que exerce sucção capilar. Assim, no que diz respeito à aderência do revestimento, tão importante quanto às características adesivas da argamassa são as propriedades e características do substrato, podendo-se destacar a matéria-prima, a porosidade (estrutura e distribuição dos tamanhos dos poros), a capacidade de absorção de água e a textura superficial como sendo as de maior importância (CARASEK et al., 2001).

A base do revestimento com elevada absorção, exceto parede de bloco de concreto, deve ser pré-molhada. A absorção excessiva de água das argamassas pelo substrato pode provocar uma hidratação do cimento localmente retardada, podendo formar regiões com materiais de diferentes características e ocasionar grande retração (DETRICHÉ; MASO, 1986).

Deve-se fazer aplicação prévia de argamassa de chapisco, quando a superfície a revestir for parcial ou totalmente não absorvente (de pouca aderência) ou quando a base não apresentar rugosidade superficial.

Dentre os diferentes tipos de bases sobre os quais são aplicados os revestimentos, destacam-se as paredes de alvenaria e os elementos estruturais (vigas, lajes e paredes). Com relação às alvenarias empregadas que compõem as vedações verticais, tem-se uma diversidade grande de materiais, sendo os mais correntemente empregados os blocos cerâmicos, os de concreto, os sílico-calcário, os de concreto celular e outros. Cada um destes tem características distintas e peculiares que são fundamentais para promover uma aderência satisfatória entre a base e o revestimento em argamassa (PAES et al., 2005).

Conforme tabela 4, deve-se seguir os seguintes procedimentos de preparação de bases com diferentes graus de absorção.

Tabela 4 – Procedimentos de preparação de base com diferentes graus de absorção

POROSIDADE	TIPO DE BASE	ABSORÇÃO	PROCEDIMENTOS
Baixa porosidade  ↑  ↓  Alta porosidade	Concreto com formas de alto desempenho	Muito baixa	-usar chapisco com aditivos colantes (*)
	Concreto com formas convencionais	Baixa	-usar chapisco convencional (*)
	Tijolos e blocos cerâmicos	Média	-aplicar emboço diretamente (**)
	Bloco de concreto concreto celular e sílico-calcáreo	elevada	-dividir o revestimento em painéis -usar argamassa de baixa resistência com boa retenção de água (***)
_____	Base de madeira ou metal	_____	Usar tela de fixação

(\*) como alternativa ao chapisco pode-se picotear o concreto fresco;

(\*\*) se o bloco cerâmico for muito liso, sem ranhuras, usar chapisco;

(\*\*\*) não se pode usar o chapisco.

(fonte: BONIN et al., 1993)

O bloco cerâmico apresenta superfície mais densa, compacta e lisa. O bloco de concreto, por sua vez, apresenta maior rugosidade superficial e textura bastante diferenciada. A respeito da rugosidade superficial dos componentes de alvenaria, os substratos que têm essa característica

mais acentuada, caso, por exemplo, do bloco de concreto, apresentam um aumento da área de contato entre a argamassa e o bloco o que pode levar a um maior transporte de água e, conseqüentemente, a uma melhora na resistência de aderência dos revestimentos (DUDOBOY; RIBAR, 1988 apud PAES, 2004).

O tipo de substrato é o maior responsável pela variação existente na resistência de aderência, sendo extremamente significativo. Blocos de concreto proporcionam uma resistência de aderência muito superior aos valores produzidos pelos blocos cerâmicos (SCARTEZINI, 2002).

De acordo com Groot (1988), as quantidades de água removida e que ficou na argamassa exercem influência significativa nas propriedades do revestimento endurecido, pois o aglomerante desempenhará o seu papel em função do conteúdo de água resultante após a sucção.

A sucção por capilaridade de substratos com alta absorção de água pode ser reduzida pelo molhamento ou pré-umedecimento, tendo-se em geral, como resultado, uma melhora na resistência de aderência. Isto ocorre porque a retirada excessiva de água das argamassas nas primeiras horas, pela sucção elevada do substrato, pode conduzir a formação de microfissuras na interface devido à retração plástica, que por sua vez diminui a aderência (LAWRENCE & CAO, 1987).

Deve ser observada a presença de infiltração de umidade nos planos a serem revestidos, definindo-se soluções para a eliminação da infiltração antes de prosseguir com os demais procedimentos de preparação da base (NBR 7200, ABNT 1998).

#### 2.2.5.2 Correção de irregularidades

Devem ser removidas todas as irregularidades localizadas que sobressaiam mais de 10 mm (aproximadamente), tais como rebarbas de concretagem e excesso de argamassa nas juntas de assentamento da alvenaria. As incrustações não aderentes devem ser eliminadas (ABCP, 2000).

A base de revestimento deve ser regular para que a argamassa possa ser aplicada em espessura uniforme. As irregularidades superficiais devem ser eliminadas de acordo com os seguintes procedimentos (NBR 7200, ABNT 1998):

- a) retirada de pontas de ferro das peças e rebarbas entre juntas da alvenaria;
- b) correção de depressões, furos e rasgos, de acordo com os seguintes critérios:
  - enchimento das falhas da base com argamassa desde que menores que 50 mm de profundidade;
  - correção dos rasgos efetuados para instalação das tubulações com diâmetros superiores a 50 mm, através da colocação de tela metálica galvanizada e enchimento com cacos de tijolos e blocos;
  - enchimento das falhas da base com mais de 50 mm de profundidade, em pelo menos duas etapas: a primeira camada deve secar por um período não inferior a 24 h e ser levemente umedecida quando da aplicação da segunda.

As correções das falhas da base devem ser feitas com materiais semelhantes aos da alvenaria, utilizando-se a argamassa definida para o assentamento ou para o emboço.

Irregularidades superficiais de grande extensão, decorrentes de concretagens deficientes devem ser corrigidas. Estas irregularidades devem ser removidas com talhadeiras, ponteiros ou outras ferramentas manuais ou mecânicas (lixadeiras, por exemplo) de maneira que não danifiquem a integridade estrutural da base. Apesar de fazer parte de um trabalho de preparação da superfície para o recebimento do revestimento, a determinação da extensão e profundidade destas irregularidades superficiais é determinada na fase de mapeamento da fachada (ABCP, 2003).

#### 2.2.5.3 Bases contíguas diferentes

Quando a base for composta por diferentes materiais e for submetida a esforços que gerem deformações diferenciais consideráveis (tais como balanços, platibandas e últimos pavimentos), deve-se utilizar tela metálica, plástica ou de outro material semelhante na junção destes materiais, criando uma zona capaz de suportar as movimentações diferenciais a que estará sujeita (NBR 7200, ABNT 1998). A fim de evitar fissuras e melhorar a aderência da

argamassa de revestimento à base pode-se estruturar o revestimento através de uma base em tela metálica (DTU nº 27.1 CSTB, 1989).

O uso desta tela é necessário quando a natureza da base for de madeira, estrutura metálica, alvenaria com rugosidade insuficiente para uma boa aderência, ou em casos específicos como uma superfície de alvenaria em desintegração onde não há como fazer substituição, e também nos casos em que a argamassa será aplicada ligando elementos de naturezas diferentes, como alvenarias em tijolos cerâmicos e estruturas de concreto por exemplo (CSTB, 1982).

Segundo ABCP (2003), na interface estrutura-alvenaria do primeiro pavimento sobre pilotis e dos dois ou três últimos pavimentos é usual o reforço do emboço para evitar eventuais fissuras. Esse reforço pode ser realizado de duas maneiras, conforme definição do projeto:

- argamassa armada: necessita de espessura mínima do emboço de 3,0 cm, com tela centralizada em relação à espessura;
- ponte de transmissão: este reforço requer espessura mínima do emboço de 20 mm. Para sua execução, fixar uma fita de polietileno sobre a interface concreto/alvenaria.

Alternativamente pode ser especificada a execução de uma junta que separe o revestimento aplicado sobre os dois materiais, permitindo que cada parte movimente independentemente. No caso de revestimento de paredes internas com fechamento de argamassa sob viga, pode ser empregada argamassa com aditivo, que aumente sua capacidade de deformação (NBR 7200, ABNT 1998).

#### 2.2.5.4 Limpeza da base

A base a ser revestida deve estar limpa, livre de pó, graxa, óleo, eflorescência, materiais soltos ou quaisquer produtos ou incrustações que venham a prejudicar a aderência do revestimento. Antes do início de qualquer procedimento de lavagem, a base deve ser saturada com água limpa, para evitar a penetração, em profundidade, da solução de lavagem empregada. A limpeza pode ser executada de acordo com os seguintes procedimentos (NBR 7200, ABNT 1998):

- a) para a remoção de sujeiras, pó e materiais soltos: escovar e lavar a superfície ou aplicar jato de água sob pressão; quando necessário, deve ser empregada espátula, escova de cerdas de aço ou jato de areia;
- b) para remoção de óleo desmoldante, graxa e outros contaminantes gordurosos, pode-se efetuar a limpeza com soluções alcalinas ou ácidas, empregando-se um dos seguintes procedimentos,
- escovar (utilizando-se escova de piaçaba, por exemplo) com solução alcalina de fosfato trissódico (30 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  em 1 L de água) ou de soda cáustica e, em seguida, enxaguar com água limpa em abundancia.
  - aplicar solução de ácido muriático (5% a 10% de concentração) durante 5 min, escovar (com escova de piaçaba, por exemplo) e enxaguar com água limpa em abundância;
  - escovar a superfície com água e detergente e enxaguar com água em abundância;
  - empregar processos mecânicos (escovamento a seco com escova de cerdas de aço, lixamento mecânico ou jateamento de areia) e em seguida remover a poeira através de ar comprimido ou lavagem com água;
- c) para remover eflorescências: pode-se escovar a seco a superfície com escova de cerdas de aço e proceder à limpeza com solução de ácido muriático. Caso a manifestação atinja grandes áreas, pode-se empregar jateamento de areia;
- d) para remover bolor e fungos: pode-se escovar a superfície com escova de cerdas duras com solução de fosfato trissódico (30 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  em 1 L de água) ou com solução de hipoclorito de sódio (4% a 6% de cloro ativo) e enxaguar com água limpa em abundância.

Após quaisquer dos procedimentos de lavagem, deve-se esperar a completa secagem da base para se prosseguir com a aplicação do revestimento. No caso da utilização de solução de lavagem alcalina ou ácida, devem ser adotados procedimentos adequados proteger de respingos e escorrimento da solução as superfícies e materiais da edificação (NBR 7200, ABNT 1998).

#### 2.2.5.5 Aplicação do chapisco

Com o intuito de melhorar e adaptar o substrato para receber o revestimento emprega-se rotineiramente o pré-umedecimento da base (com utilização de broxa) ou o chapisco. Este último visa fornecer ao substrato uma textura adequadamente rugosa e com porosidade apropriada ao desenvolvimento da aderência. Além da textura, o chapisco tem a função de

regular a capacidade de sucção por parte do substrato. Assim, substratos de elevada sucção (alvenarias de concreto celular e de concreto) têm no chapisco um elemento que diminui a intensidade do transporte de água das argamassas para o substrato. Em contrapartida, substratos de baixa sucção (elementos estruturais em concreto, bloco cerâmico), necessitam do chapisco como elemento incrementador da sucção de água da argamassa, com o intuito do desenvolvimento adequado da aderência do revestimento (PAES, 2004).

O chapisco pode ser realizado de diversas maneiras (ABCP, 2003):

- a) convencional: consiste no lançamento vigoroso de uma argamassa fluida sobre a base, utilizando-se uma colher de pedreiro. A textura final deve ser a de uma película rugosa, aderente e resistente. Esta argamassa fluida é produzida com cimento e areia grossa em proporções que variam de 1:3 a 1:5 (em volume) em função das características do agregado utilizado e da superfície a ser chapiscada;
- b) desempenado: usualmente aplicado sobre a estrutura de concreto, esse tipo de chapisco é feito com uma argamassa industrializada para esse fim, sendo necessário acrescentar somente água. É aplicado com desempenadeira denteada;
- c) rolado: feito com uma argamassa fluida obtida através da mistura de cimento e areia, com adição de água e polímero, usualmente de base PVAC. Pode ser aplicada tanto na estrutura como na alvenaria, usando-se rolo para textura acrílica. Deve-se atentar para a homogeneização constante e durante a aplicação.

A argamassa de chapisco deve ser aplicada com consistência fluída no caso de chapisco tradicional de cimento e areia assegurando maior facilidade de penetração da pasta de cimento na base a ser revestida e melhorando a aderência na interface revestimento-base (NBR 7200, ABNT 1998).

Aditivos que melhorem a aderência podem ser adicionados ao chapisco, desde que compatíveis com os aglomerantes empregados na confecção da argamassa de revestimento e com os materiais da base. Para seu emprego, devem ser seguidas as recomendações técnicas do produto, comprovadas através de ensaios de laboratório credenciado pelo INMETRO (NBR 7200, ABNT 1998).

Baseado em ensaios de resistência à tração, pode-se concluir que a aplicação de adesivo à base de PVAc – poli (acetato de vinila), nas argamassas de chapisco, proporciona valores

mais elevados de resistência à tração e uma alteração das formas de ruptura. Com relação ao tipo de cimento, CP V ARI com adição de sílica ativa, apresenta melhores resultados de aderência (NASCIMENTO et al., 2005).

Em regiões de clima muito seco e quente, o chapisco deve ser protegido da ação direta do sol e do vento através de processos que mantenham a umidade da superfície no mínimo por 12 h após a aplicação (NBR 7200, ABNT 1998).

### **2.2.6 Produção da argamassa**

A argamassa a ser empregada pode ser preparada na obra, industrializada ou fornecida em silos, sendo que a existência de silos não é prática comum no Rio Grande do Sul ou em Porto Alegre. Assim, a escolha do tipo de argamassa deve ser feita considerando a cultura de produção adotada pela empresa e a disponibilidade de espaço no canteiro de obras. Além desses aspectos, é necessário fazer uma análise de custo versus benefício.

A definição do tipo de argamassa interfere na sua produção e, conseqüentemente, na organização do canteiro de obras. Assim, a organização do canteiro de obras também deve ser prevista, considerando a disponibilidade de espaço, o equipamento de transporte vertical utilizado na obra e o fluxo das atividades em realização no canteiro de obras (MACIEL; MELHADO, 1999).

Qualquer que seja a alternativa de produção das argamassas escolhida, seja industrializada ou preparada em obra, deve-se efetuar estudo detalhado de todos os fatores que intervirão na qualidade e produtividade dos serviços (CEOTTO et. al, 2005):

- a) armazenamento de insumos e local de produção;
- b) interferências no layout e no fluxo de materiais;
- c) equipes no canteiro;
- d) controle de qualidade no recebimento dos materiais;
- e) controle da produção de argamassa;
- f) equipamentos de mistura e forma de aplicação.

Preferentemente a produção deve estar próxima ao local de armazenamento da areia ou da argamassa mista de cal e areia, para reduzir o trabalho necessário para proporcionamento e transporte até a betoneira.

Junto ao local de produção da argamassa deve haver um quadro mostrando os traços em número de padiolas, baldes ou latas, indicados por desenhos e com visibilidade direta para os operários que fazem o abastecimento da betoneira. A equipe de operação da central de argamassa deve ser orientada quanto à dosagem dos materiais e o destino de aplicação das argamassas (BONIN et al., 1993).

#### 2.2.6.1 Composição das argamassas

A composição das argamassas (traço) deve ser estabelecida pelo projetista ou construtor, obedecendo a especificações de projeto e às condições para execução dos serviços de revestimento. O traço deve ser expresso em massa, sendo conforme a norma de responsabilidade do engenheiro passar para volume (NBR 7200, ABNT 1998).

#### 2.2.6.2 Medição dos materiais

Quanto à medição dos materiais, a NBR 7200 (ABNT, 1998) prescreve que:

- a) a medição dos materiais constituintes da argamassa pode ser feita em volume, cabendo ao construtor a responsabilidade da conversão do traço especificado em massa;
- b) a medição dos materiais em volume deve ser feita utilizando-se recipientes de volume conhecido e identificados através da utilização de cores diferenciadas ou símbolos, claramente distintos;
- c) na medição dos materiais em volume, quando o recipiente utilizado na medição dos materiais estiver cheio, deve-se utilizar régua para retirar o excesso do recipiente, a fim de assegurar a constância do volume medido;
- d) não se deve admitir a medição dos materiais com instrumentos ou recipientes que não assegurem um volume constante, tais como, por exemplo, dosar com pá ou em latas;

- e) no dimensionamento dos recipientes de medição dos materiais, devem ser considerados como referência volumes compatíveis com o consumo de sacos inteiros do aglomerante;
- f) deve-se fazer a correção da quantidade de agregado e adições em função da variação da umidade, visando obter argamassas de mesma trabalhabilidade e proporcionalidade.

### 2.2.6.3 Preparo da mistura

As propriedades das argamassas que constituem os revestimentos estão diretamente relacionadas com sua forma de mistura. É do conhecimento geral que a energia utilizada no amassamento, a quantidade de água adicionada e o tempo de mistura são fatores que exercem grande influência nas propriedades da argamassa (ANTUNES et al., 2005).

Nakakura e Cincotto (2001 apud ANTUNES et al., 2005) apresentaram estudo sobre a influência do tempo e da forma de mistura no teor de ar incorporado às argamassas. De maneira semelhante Casali, et al. (2001) também observaram a influência de diferentes tempos e energias de misturas no teor de ar incorporado, na consistência e na resistência à compressão axial de argamassa.

Na maioria dos trabalhos citados foi utilizada a consistência, medida por meio da mesa de consistência, como parâmetro de controle tecnológico associado à natureza reológica das argamassas. Entretanto, a correlação entre ambas não é conclusiva, pois a avaliação dos pedreiros é função principalmente do teor de ar das argamassas e não do valor da consistência (CAVANI, et al., 1997 apud ANTUNES et al., 2005).

Segundo a NBR 7200, as argamassas devem ser misturadas por processo mecanizado ou, em casos excepcionais, por processo manual, até obtenção de massa perfeitamente homogeneizada. No processo mecanizado o tempo de mistura não deve ser inferior a 3 min nem superior a 5 min. No processo de mistura manual, devem ser preparados volumes de argamassa inferiores a 0,05 m<sup>3</sup> de cada vez.

No preparo de argamassas de cal ou mistas deve ser feita a maturação da cal. Para as obras que empreguem pasta de cal hidratada, deve-se colocar a cal em um recipiente com água até que forme uma pasta bem viscosa, não devendo ser usada água em excesso. A pasta produzida deve maturar durante 16 h no mínimo. Para obras que empreguem mistura prévia de cal e

areia deve-se misturar primeiramente a areia e a cal, e após, acrescentar água, atingindo-se consistência seca. A mistura produzida deve ser deixada em maturação durante 16 h no mínimo (NBR 7200, ABNT 1998).

O grande problema da variabilidade do desempenho das argamassas produzidas em obra é a variabilidade do seu único insumo não industrializado, a areia. Para areia, o ideal é a determinação da curva granulométrica e do teor de impurezas, entretanto esse material apresenta grande variabilidade durante as estações do ano. Mesmo fazendo esse controle, pode não ser possível a correção da granulometria da areia em determinada época do ano, por total falta de material de compensação. Dessa maneira, tem que se avaliar a possibilidade real de correção da granulometria ou a execução de um novo estudo de dosagem (CEOTTO, 2005).

O canteiro de produção deve possuir silos ou recipientes de armazenamento estanques, protegidos de chuva e de insolação. A mistura de cal e areia, e a pasta de cal, quando armazenadas, devem ser mantidas permanentemente úmidas para evitar o enrijecimento e formação de grumos de difícil homogeneização. Grumos ou torrões eventualmente formados devem ser desfeitos antes da adição dos demais constituintes da argamassa (NBR 7200, ABNT 1998).

O volume de produção de argamassa de cimento ou mista deve ser controlado de modo que seja utilizado em prazo máximo de 2 h e 30 min. Para temperaturas acima de 30°C, forte insolação direta sobre o estoque de argamassa, ou umidade relativa do ar inferior a 50%, o prazo deve ser reduzido para 1 h e 30 min. Estes prazos estabelecidos podem ser alterados pelo emprego de aditivos retardadores, seguindo-se as recomendações de uso previamente estudadas (NBR 7200, ABNT 1998).

### **2.2.7 Aplicação da argamassa de revestimento**

De acordo com Selmo (1986), tem-se uma argamassa de revestimento de boa trabalhabilidade com o uso de agregados que apresentem forma dos grãos e granulometria apropriadas, cimento, incorporador de ar e plastificante. Atenção especial deve ser dada à correta dosagem dos aditivos, que devem ser adicionados durante o processo de mistura (manual ou mecânico).

Todos esses elementos são importantes para a trabalhabilidade, e a falta de um deles fará com que o pedreiro use de artifício impróprio para tornar a argamassa trabalhável. Normalmente o traço é adulterado (adição de mais água ou de cimento), obtendo como resultado uma argamassa endurecida de mau desempenho.

O conceito de trabalhabilidade, segundo Selmo (1986), pode ser discutido do ponto de vista prático e em termos tecnológicos. Do ponto de vista prático, diz-se que uma argamassa de revestimento tem boa trabalhabilidade quando se deixa penetrar com facilidade pela colher de pedreiro, sem ser fluída; mantém-se coesa, sem aderir à colher ao ser transportada para a desempenadeira e lançada contra a base, e permanece úmida o suficiente para ser espalhada, cortada (na operação de sarrafeamento) e ainda receber o tratamento superficial previsto.

Em termos tecnológicos a trabalhabilidade das argamassas é uma propriedade complexa resultante da conjugação de diversas outras propriedades, tais como: consistência, plasticidade, retenção e exsudação de água, coesão interna, tixotropia, adesão inicial, massa específica e retenção de consistência.

#### 2.2.7.1 Requisitos

Os sistemas de revestimento em argamassa têm, na aderência, uma das suas propriedades mais importantes e relevantes ao seu desempenho final. A resistência de aderência à tração, essencialmente mecânica, é influenciada pelo processo de execução, pelas características das argamassas e dos substratos, e pelas trocas de umidade (GONÇALVES; BAUER, 2005).

O fator humano, representado na pessoa do oficial-pedreiro, pode ser uma das causas da variabilidade da aderência, devido ao empirismo na execução das tarefas a ele delegadas. Existem grandes variações dessa propriedade, tanto ao se analisar a mudança de pedreiros, quanto ao se observarem área executadas pelo mesmo profissional. A ergonomia do pedreiro, no momento do lançamento da argamassa ao substrato, influencia na magnitude da resistência à tração (GONÇALVES; BAUER, 2005).

Cada aplicação de nova camada de argamassa exige, de acordo com a finalidade e com as condições do clima, a umidificação da camada anterior. A argamassa de revestimento não deve ser aplicada em ambientes com temperatura inferior a 5°C. Em temperatura superior a

30°C, devem ser tomados cuidados especiais para a cura do revestimento, mantendo-o úmido pelo menos nas 24 h iniciais através da aspersão constante de água. Este mesmo procedimento deve ser adotado em situações de baixa umidade relativa do ar, ventos fortes ou insolação forte e direta sobre os planos revestidos (NBR 7200, ABNT 1998).

Segundo Pereira (2000), a cura úmida, bem como o prolongamento do seu período apresentou evidente influência no aumento da resistência superficial à tração de todos os revestimentos estudados. À medida que se aplicou e se aumentou o período de cura úmida dos revestimentos, houve a redução da permeabilidade e capacidade de absorção dos revestimentos.

Depois de terminada a aplicação de argamassa e para que a mesma possa desenvolver as propriedades de aderência e resistência, sem possíveis problemas, descreve-se recomendações para o processo de cura das argamassas de revestimento (CARNEIRO, 1993). Preservar dos raios solares diretos, do vento e da chuva os revestimentos recém terminados, valendo-se para isso de lonas, sacos ou palhas.

Proceder a regamento intenso do revestimento quando sobrevierem perigos de dessecação superficial muito rápida (provoca fissuras mapeadas no revestimento). Para isso, é necessário utilizar um pulverizador que não danifique a superfície ao mesmo tempo em que fornece a umidade necessária para uma cura normal. Em dias muito quentes, recomenda-se que os revestimentos, principalmente aqueles diretamente expostos à radiação solar, sejam mantidos úmidos durante pelo menos 48 horas após a aplicação. Isto pode ser feito por aspersão de água três vezes ao dia (REVESTIMENTOS, 1983).

#### 2.2.7.2 Execução de emboço ou revestimento de camada única

Para definição do plano de revestimento, devem ser atendidas as espessuras constantes no projeto do revestimento e estar de acordo com as exigências estabelecidas na NBR 13749 (ABNT, 1996).

Após aguardar o tempo mínimo para a cura do chapisco, em geral três dias. Verificar o esquadro do ambiente, tomando como base os contramarcos e batentes. Identificar os pontos mais críticos do ambiente (de maior e menor espessura), utilizando esquadro e prumo ou

régua de alumínio com nível de bolha acoplado. Uma vez identificados os pontos críticos, assentar as taliscas, peças planas de material cerâmico, nos pontos de menor espessura, considerando um mínimo de 5 mm. Transferir o plano definido por estas taliscas para o restante do ambiente e assentar as demais taliscas (SOUZA et al., 1996).

O assentamento deve ser iniciado pelas taliscas superiores com posterior transferência da espessura para junto do piso por intermédio de um fio de prumo. Para o assentamento das taliscas utilizar argamassa idêntica à que será empregada no revestimento de forma que fiquem espaçadas entre si cerca de 1,5 m a 1,8 m, com tolerância de  $\pm 5$  cm ou através de pontos de referência dispostos de forma tal que a distância entre eles seja compatível com o tamanho da régua a ser utilizada no sarrafeamento (SOUZA et al., 1996)

Conferir a distância de 30 cm das taliscas em relação às bordas de paredes, tetos ou pisos, bem como qualquer outro detalhe de acabamento (quinas, vãos de portas e janelas, frisos ou molduras), admitindo uma tolerância de  $\pm 5$  cm. Conferir a espessura das taliscas com trena metálica ou metro articulado de modo a garantir uma espessura mínima de 5 mm, evitando eventuais engrossamentos desnecessários (SOUZA et al., 1996).

Uma vez definido o plano de revestimento, faz-se o preenchimento de faixas, entre as taliscas, empregando-se argamassa, que será regularizada pela passagem da régua, constituindo as guias ou mestras (NBR 7200, ABNT 1998).

Após o enrijecimento das guias ou mestras que permita o apoio da régua para a operação de sarrafeamento, aplica-se a argamassa, lançando-a sobre a superfície a ser revestida, com auxílio da colher de pedreiro ou através de processo mecânico, até preencher a área desejada. Nesta mesma operação devem ser retiradas as taliscas e preenchidos os vazios (NBR 7200, ABNT 1998).

Para a execução de quinas recomenda-se a utilização de réguas-guias. Estas são fixadas com um prego em forma de gancho no extremo da parede, de maneira que sobressaiam na mesma medida que a espessura da faixa mestra, servindo como indicativo da espessura do revestimento pretendido. As réguas-guias, junto com as faixas mestras, servem de apoio para fazer correr a régua que alisa o reboco (PRIMIANO, 1958).

A aderência é composta de dois fatores: a resistência de aderência e a extensão de aderência. Esta última corresponde à razão entre a área de contato efetivo e a área total possível de ser

unida. O modo de aplicação da argamassa (se manual ou por projeção mecânica) é fator influente tanto na resistência de aderência à tração quanto da permeabilidade à água dos revestimentos de argamassa. A argamassa, quando lançada por projeção mecânica, tem maiores chances de ter uma maior extensão de aderência, já que a pressão utilizada para o lançamento é maior do que a conferida pelo pedreiro no lançamento manual (DUAILIBE et al., 2005).

Outra vantagem do lançamento por projeção mecânica é o maior controle da produção, uma vez que a pressão de lançamento é controlada por um manômetro que indica a pressão com que o ar está projetando a argamassa. Como aponta Duailibe et al. (2005), a alta variabilidade dos resultados de aderência decorre também da inconstância ao longo da execução do revestimento, uma vez que quando lançada manualmente, a energia de lançamento da argamassa contra a base, varia bastante já que cabe ao pedreiro lançar e pressionar a argamassa.

A consistência e a plasticidade das argamassas auxiliam a resistir as deformações impostas permitindo que a argamassa se deforme sem ruptura, mantendo a forma adquirida após a redução do esforço de deformação. A facilidade dos operários trabalhar com a argamassa, que pode ser entendida como um conjunto de fatores inter-relacionados, conferem boa qualidade e produtividade na sua aplicação. Na prática da aplicação manual, a argamassa deve permitir a penetração da colher de pedreiro, sem ser fluida, mantendo-se coesa durante o transporte e no seu lançamento sobre a base, permanecendo úmida o suficiente para ser espalhada, cortada e ainda receber o tratamento superficial previsto (RILEM, 1982).

Estando a área totalmente preenchida e tendo a argamassa adquirido consistência adequada (ponto de sarrafeamento) faz-se a retirada do excesso de argamassa e a regularização da superfície pela passagem da régua. Em seguida, preenchem-se as depressões mediante novos lançamentos de argamassa nos pontos necessários, repetindo-se a operação de sarrafeamento até conseguir uma superfície plana e homogênea (NBR 7200, ABNT 1998).

O sarrafeamento não pode ser feito imediatamente após a chapagem da argamassa. Deve-se aguardar o “ponto de sarrafeamento”, que decorre das condições climáticas, da condição de sucção da base e das próprias características da argamassa. Na prática, para avaliar o ponto de sarrafeamento deve-se pressionar a argamassa com os dedos. O ponto ideal é quando os dedos

não penetram na camada, permanecendo praticamente limpos, porém deformando levemente a superfície (SOUZA et al., 1996).

O pedreiro experiente e de boa qualificação reconhece e respeita o período de repouso adequado para executar o sarrafeamento, pois sabe que o nível de “endurecimento” do revestimento tem influência no surgimento de fissuras. Estas fissuras são geralmente horizontais, provocadas pela perturbação precoce da camada de emboço ou de massa única (Projeto EP/EM, 1988).

O tipo de substrato pode também influenciar no tempo de sarrafeamento dos revestimentos. Pereira (2000 apud PAES, 2004) verificou o tempo de sarrafeamento para diferentes substratos com cinco argamassas distintas. Este tempo foi superior para o substrato de blocos cerâmicos quando comparado ao substrato de blocos de concreto, uma vez que este último possui uma maior capacidade de sucção de água. O efeito da camada de chapisco sobre o substrato teve um comportamento distinto, sendo que para blocos cerâmicos houve uma leve tendência de diminuir o tempo de sarrafeamento (aumento da perda de água da argamassa), enquanto que para os blocos de concreto, o uso do chapisco aumentou o tempo de sarrafeamento pela diminuição da perda de água da argamassa.

Para revestimento de camada única, executa-se o acabamento da superfície conforme especificado no projeto.

#### 2.2.7.3 Execução de reboco

Para definição do plano de revestimento, devem ser atendidas as espessuras constantes no projeto do revestimento e estar de acordo com as exigências estabelecidas na NBR 13749 (ABNT, 1996).

Quanto às recomendações para aplicação desta camada, é a mesma para o emboço, ou seja, deve ser aplicada após secagem suficiente da camada anterior e lançada vigorosamente contra a base, de maneira a se obter o seu máximo adensamento.

### 2.2.8 Acabamento da superfície

O desempenho da argamassa depende da interação com os outros materiais que compõem o sistema de revestimento, sendo que as principais combinações, em geral, são (GOMES; NEVES, 2003):

- a) argamassa + pintura;
- b) argamassa + placas cerâmicas (inclui pastilhas cerâmicas e porcelanato);
- c) argamassa + placas de rocha;
- d) argamassa + placas laminadas;
- e) argamassa + têxtil;
- f) argamassa + papel de parede.

É conveniente que as argamassas empregadas em revestimentos (GOMES; NEVES, 2003):

- a) apresentem os materiais e os respectivas proporções de mistura (traços) compatíveis com o acabamento e as condições de exposição previstas;
- b) tenham capacidade de deformação compatível com o acabamento decorativo especificado;
- c) possuam resistência superficial adequada ao uso da edificação;
- d) contenham, quando coloridas com pigmento, capacidade de resistir à ação da radiação ultravioleta.

Sendo o acabamento final de um revestimento de argamassa um fator importante no seu desempenho, estão relacionados, a seguir, de acordo com a NBR 7200 (ABNT, 1998) os seguintes tipos de acabamento, com suas aplicações:

- a) sarrafeado;
- b) desempenado: em termos normativos, a NBR 13755 (ABNT, 1996 apud Carneiro, 1993) recomenda que a superfície do emboço executada para recebimento de argamassa colante deve ser sarrafeada com acabamento áspero, enquanto que a norma britânica BS 5385 (BSI, 1991 apud Carneiro, 1993) recomenda acabamento desempenado grosso, executado com desempenadeira

de madeira, quando as placas cerâmicas forem assentadas com argamassa adesiva ou adesivo. Sabbatini e Barros (1990 apud Temoche-Esquivel et al., 2005) recomendam a adoção da superfície desempenada do emboço base para revestimento cerâmico devido à melhor compatibilidade da aderência e ao menor consumo de material de assentamento.

- c) camurçado;
- d) raspado;
- e) lavado;
- f) chapiscado;
- g) imitação travertino.

### 2.3 FALHAS DECORRENTES DO PROCESSO DE EXECUÇÃO

O aparecimento de manifestações patológicas nas edificações compromete a estética e o conforto do edifício, ocasionando uma desvalorização do mesmo perante o mercado e também aumento na insegurança do usuário (MASUERO, 2003). Para o leigo, que visualiza um revestimento com problemas, é lógico imaginar que os problemas na fachada indicam que toda a obra foi mal construída, gerando danos na imagem da empresa construtora.

O desempenho de durabilidade dos materiais e dos componentes está diretamente relacionado à vida útil de uma edificação. Para se avaliar a durabilidade de uma edificação é preciso conhecer como e em que condições os materiais e componentes se degradam. A degradação dos materiais e componentes pode ser identificada e avaliada através do levantamento das manifestações patológicas (SOUZA; TORALLES-CARBONARI, 1999).

As manifestações patológicas e vícios de construção, muitas vezes, refletem o desconhecimento das propriedades dos materiais, a falta de domínio das melhores práticas construtivas e deficiências no processo de gestão. Em todos os casos, a durabilidade das edificações fica prejudicada (TANIGUTI et al., 2005).

É freqüente a ocorrência de manifestações patológicas nos revestimentos, o que ocasiona prejuízos aos diversos setores envolvidos, podendo, inclusive, causar acidentes graves. Os fatores, de segurança e estética, relacionados aos revestimentos justificam o estudo para avaliar e minimizar a ocorrência de fissuras (COSTA et al., 2005).

Além de reduzir a vida útil das edificações, a baixa industrialização do setor e a falta de domínio do processo de gestão e operação induzem ao desperdício, aumentando o custo das edificações e limitando a otimização dos recursos financeiros. Esta situação tem um alto preço para o país, no que se refere à durabilidade, custos de produção e manutenção (TANIGUTI et al., 2005).

As causas mais comuns das anomalias em revestimentos de argamassa são a inexistência de projeto, desconhecimento das características dos materiais empregados e utilização de materiais inadequados, erros de execução (tanto no preparo da base, como por deficiência de mão-de-obra), desconhecimento ou não observância de Normas Técnicas e por falhas na manutenção (BAUER, 1997).

As principais falhas em revestimentos, manifestações patológicas, são: eflorescência, bolor, vesículas, descolamento com empolamento, descolamento em placas, descolamento com pulverulência, fissuras horizontais, fissuras mapeadas e fissuras geométricas. Fatores como permeabilidade, capilaridade, tempo de exposição aos agentes agressivos, ou umidade, influenciam o desempenho do revestimento de argamassa ao longo da vida útil esperada. Assim, é necessário considerar a definição da argamassa, as espessuras das camadas do revestimento, os detalhes construtivos, os procedimentos de execução e controle do revestimento e a manutenção adequada para minimizar a ocorrência dos problemas patológicos no revestimento de argamassa (BAÍÁ, 2000).

### **2.3.1 Principais manifestações patológicas**

Dhave (1977) considera que o conforto visual está diretamente relacionado com a aparência de uma fachada externa. Por conseguinte, esta deve apresentar-se sem manchas, sem irregularidades e com textura e cor uniformes e contínuas.

#### **2.3.1.1 Fissuração do revestimento**

Segundo Cortez 1999 apud COSTA et al., 2005, o processo fissuratório nos revestimentos é resultado da conjugação da retração (plástica, por secagem diferencial), módulo de

elasticidade e resistência à tração, sendo difícil quantificar como cada uma dessas propriedades incide na fissuração.

A fissuração do revestimento de argamassa, segundo CE:02:102.7 (COBRACON/ABNT), pode estar relacionada com deformações da base sobre a qual ele é aplicado. A melhor forma de prevenção deste problema é a análise cuidadosa das deformações estruturais da edificação e a previsão de juntas no revestimento. A fissuração também pode ocorrer devido a condições de aplicação inadequadas, que devem ser controladas durante a execução do revestimento, tais como:

- a) excesso de água de amassamento, aumentando a retração da argamassa;
- b) tempo insuficiente de mistura de argamassas que utilizam aditivo incorporador de ar, aumentando seu módulo de deformação elástica;
- c) absorção excessiva de água da argamassa pela base durante sua aplicação;
- d) aplicação da argamassa de revestimento em condições climáticas adversas (vento, temperatura ou radiação elevados) e falta de cuidados de reumidificação da argamassa durante a cura;
- e) espessura muita elevada das camadas de revestimento aplicadas, generalizada ou localizadamente.

A retração nas argamassas de revestimento ocorre após o lançamento no substrato, evoluindo mais rapidamente, conforme a mistura, após o endurecimento; sendo ocasionada por diversos fatores, tais como: absorção por substratos, evaporação da água, sedimentação, segregação, hidratação do cimento, condições de temperatura, incidência solar, umidade relativa e velocidade do ar (COSTA et al., 2005).

De acordo com Thomaz (1989 apud SOUZA; TORALLES-CARBONARI, 1999), a retração da argamassa esta associada com o traço, ou seja, aumenta com o consumo de aglomerante, com a porcentagem de finos existentes na mistura e com o teor de água de amassamento. A retração também pode estar associada ao número de camadas aplicadas, espessura das camadas, aderência com a base, com o tempo decorrido entre a aplicação de uma e outra camada, e rápida perda de água durante o endurecimento por ação intensiva de ventilação e/ou insolação. Este tipo de retração dá origem a fissuras de distribuição uniforme, com

mapeamentos grandes e pequenos formando um ângulo de aproximadamente 90° entre as linhas que se cruzam.

Segundo Campiteli e Prestes (2005), após o lançamento, nivelamento e desempenamento da argamassa de revestimento pode ocorrer a formação de fissuras visíveis durante a secagem inicial por evaporação e sucção da base. Este fenômeno se deve a um proporcionamento inadequado da argamassa. Para vedar estas fissuras antes que ocorra o endurecimento da argamassa, os pedreiros promovem a sua colmatação utilizando a desempenadeira de madeira. Porém, como aquelas fissuras são profundas a colmatação, na maioria dos casos, ocorre em nível superficial, permanecendo a fissuração no interior do revestimento. Na fase de endurecimento, devido ao prosseguimento da evaporação e sucção, hidratação do cimento e carbonatação da cal, estes locais, como todo o revestimento, sofrerão continuidade de retração, estando propensos à formação de fissuras posteriores, contribuindo para a formação dos “mapeamentos”.

A formação de fissuras visíveis em argamassas de cal e areia devido à secagem por evaporação e sucção da base se deve, além das condições próprias da base e do ambiente, ao proporcionamento entre a quantidade de cal hidratada e areia, à qualidade da cal hidratada, à finura da areia. As areias muito finas são mais propensas à fissuração do que as areias finas para argamassas de mesmo traço e mesma consistência. A influência da cal hidratada em pasta na formação de fissuras em argamassas de mesmo traço e mesma consistência depende das características da hidratação da cal, havendo uma relação ótima entre a quantidade de água inicial e a quantidade de cal virgem (CAMPITELI; PRESTES, 2005).

Nas argamassas mistas o cimento é o responsável pela resistência mecânica apesar de quando utilizado em excesso, causar elevada retração, aumentando o risco de fissuração. Por outro lado, argamassas pobres em aglomerantes têm baixa trabalhabilidade, pouca coesão, além de desagregarem facilmente (BOLORINO; CINCOTTO, 1999).

A NBR 7200 (ABNT, 1988) prescreve que quando o revestimento for aplicado sobre bases porosas, estas devem ser umedecidas, com exceção do bloco de concreto. No entanto, os resultados dos ensaios realizados por Paes et al. (2003), mostram que, no caso do bloco cerâmico avaliado, a sua sucção capilar nos momentos pós-aplicação é inferior ao do bloco de concreto. Neste caso, corre-se o risco de ao se efetuar esta molhagem de forma excessiva, como comumente ocorre em obra, ao invés de se melhorar a capacidade de aderência da base,

pode-se prejudicar o desempenho do revestimento, inclusive, aumentando-se, por exemplo, o tempo de sarrafeamento. O aumento no tempo de sarrafeamento pode ocasionar, dentre outros, problemas de fissuração após o endurecimento da argamassa, o que poderá comprometer a aderência do revestimento.

### 2.3.1.2 Penetração de umidade através do revestimento

A passagem de umidade através do revestimento está relacionada com a aplicação de uma argamassa com elevada absorção capilar ou em espessura muito pequena. A prevenção do problema exige a seleção de argamassa adequada às condições de serviço que estará sujeita e ao controle da espessura do revestimento durante sua execução (CE:02:102.17 COBRACON/ABNT).

A porosidade de um revestimento está intrinsecamente ligada à composição da argamassa, a sua aplicação e cura, como também a porosidade e textura da superfície sobre a qual é aplicada. Influi sobre a durabilidade do revestimento por contribuir para a suscetibilidade a argamassa à ação deletéria de agentes agressivos do meio ambiente, como gases ácidos, material particulado em suspensão no ar, chuvas e ventos fortes e ciclos intensos de molhamento e secagem. Ela tem particular importância por acumular umidade ambiente, muitas vezes carregando sais para o interior da argamassa. Submetida a ciclos de molhamento e secagem, os sais dissolvidos cristalizam provocando expansão e fissuramento do revestimento (QUARCIONE et al., 2001).

A permeabilidade de uma argamassa depende da quantidade e do tipo de aglomerante utilizado, da granulometria do agregado e das características do substrato. É diretamente proporcional à relação água/aglomerante, e inversamente proporcional à resistência da argamassa. O cimento Portland, quando usado em proporções adequadas, pode reduzir bastante a permeabilidade de um revestimento de argamassa. Entretanto, se usado em teores muito elevado, pode provocar a fissuração da argamassa por retração hidráulica, comprometendo assim sua permeabilidade (CINCOTTO et al., 1995 apud SILVA et al., 2002).

Os revestimentos de argamassa com sais solúveis são suscetíveis a formar depósitos esbranquiçados em sua superfície, por infiltração de água e arraste de espécies químicas

solubilizadas pela ação lixiviante da água. Este fenômeno se dá também em regiões úmidas e em que os revestimentos estão expostos (QUARCIONI et al., 2003).

Os sais que se depositam no revestimento de argamassa podem ser originários do próprio solo em contato com as fundações do edifício, dos tijolos e dos blocos de alvenaria - cerâmico ou de concreto – ou incorporados no revestimento pelo meio ambiente, marinho ou poluente, ou ainda pelo uso de areia do mar (QUARCIONI et al., 2003).

O fenômeno de solubilização e deposição de sais no revestimento de argamassa depende essencialmente da concentração desses sais infiltrados ou presentes na argamassa, e das características do microambiente da edificação, como condições climáticas favoráveis para se instalar um processo contínuo ou cíclico de ascensão capilar da umidade do solo através do revestimento, seguindo-se de evaporação pela ação de ventos fortes ou da difusão da umidade ambiente e temperatura elevada. Por essa razão, o tempo para o surgimento de eflorescência de sais não é previsível (QUARCIONI et al., 2003).

Segundo Uemoto (1988), a eflorescência é causada por três fatores igualmente importantes: o teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a pressão hidrostática para propiciar a migração da solução para a superfície. Todas estas três condições devem existir e se uma delas for eliminada não irá ocorrer o fenômeno.

### 2.3.1.3 Descolamento

Os descolamentos consistem na separação de uma ou mais camadas dos revestimentos de argamassa, apresentando uma extensão variável, podendo compreender áreas restritas até dimensões que abrangem a totalidade de uma alvenaria (BAUER, 1997 apud SEGAT, 2005).

O descolamento do revestimento pode ocorrer em conseqüência da preparação inadequada da base a ser revestida, que pode ser prevenida por meio do controle da execução do revestimento, envolvendo aspectos como (CE:02:102.17 COBRACON/ABNT):

- a) presença de contaminações na superfície da base, como óleos e agentes desmoldantes, pós, etc;
- b) umidificação excessiva da base quando da aplicação do revestimento;

- c) falta de uma camada de aderência do revestimento em locais onde ela é necessária, como em bases constituídas de materiais lisos e densos.

A perda de aderência de um revestimento provém de tensões surgidas que ultrapassam a capacidade de aderência das ligações, sendo proveniente de um processo em que ocorrem falhas ou ruptura na interface das camadas que constituem o revestimento, ou então na interface com a base ou substrato (BARROS et al., 1997). De um modo geral, Thomaz e Chimelo (1993), bem como Leal (2003), relacionam as seguintes causas mais comuns dos descolamentos de argamassa:

- a) proporcionalidade incorreta da argamassa (traço inadequado), de modo que o excesso de cimento resulta em material com pouca elasticidade, podendo não absorver as movimentações da estrutura e da alvenaria, enquanto a falta de aglomerante pode prejudicar a capacidade da argamassa aderir ao substrato;
- b) emprego de materiais com alto teor de finos, particularmente material silto-argiloso (tipo saibro, caulim e outros conhecidos em cada região por nomes diferentes);
- c) emprego de cal hidratada adulterada ou de baixa qualidade;
- d) emprego de aditivos plastificantes que não substituem a propriedade de retenção de água da cal hidratada;
- e) aplicação de argamassa sobre superfície muito lisa, sem prévio chapisco da parede;
- f) aplicação da argamassa sobre base suja, engordurada ou impermeabilizada, prejudicando a aderência ao substrato;
- g) aplicação de argamassa sobre base seca ou sobre material com elevado poder de absorção de água, sem prévio umedecimento;
- h) aplicação da argamassa em camada muito espessa, de modo que o peso próprio da argamassa pode gerar uma força gravitacional maior que a aderência inicial com o substrato;
- i) falha de execução ao chapar a argamassa na parede com pouca força, não preenchendo o material adequadamente os poros da base;
- j) pintura precoce dos revestimentos à base de cal, inibindo a carbonatação da cal principalmente na interface com a parede;
- k) combinações das causas anteriores.

O descolamento também pode ocorrer devido à dessecação da argamassa de revestimento quando da sua aplicação, quer pela absorvidade excessiva da base ou pelas condições adversas de aplicação, exigindo como prevenção maior controle na execução do revestimento. Pode ocorrer ainda devido à aplicação de uma argamassa muito rígida sobre uma base pouco resistente, o que pode ser prevenido por meio de uma análise cuidadosa das características da base quando do projeto do revestimento (CE 02:102.17, COBRACON/ABNT).

### **3 DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA NA CIDADE DE BENTO GONÇALVES/RS**

Diante do aparecimento freqüente de diversos problemas nos revestimentos de argamassa e da importância de conhecer como está acontecendo de fato as atividades ligadas a produção dos mesmos, o presente diagnóstico pretende caracterizar a produção de revestimentos de argamassa empregados nos canteiro-de-obras a partir de uma pesquisa de caráter descritivo, através de um levantamento de dados de um conjunto limitado de empresas da região de Bento Gonçalves/RS.

Este diagnóstico é de suma importância, pois se verifica uma considerável incidência de falhas e problemas patológicos, desperdícios de materiais, mão-de-obra e tempo, além de custos elevados de produção que os revestimentos de argamassa apresentam, comprometendo suas funções estéticas e funcionais. Pretende-se também: identificar boas práticas de produção de revestimentos a partir da revisão bibliográfica; descrever e documentar práticas de produção de revestimentos de argamassa exercidas pelas empresas estudadas; e, caracterizar as configurações típicas das manifestações patológicas em revestimentos de argamassa a partir de revisão bibliográfica.

#### **3.1 METODOLOGIA UTILIZADA PARA O DIAGNÓSTICO**

O diagnóstico está dividido em duas etapas principais: coleta de dados e sistematização dos dados.

##### **3.1.1 Coleta dos dados**

Para a coleta dos dados foram visitadas seis empresas de construção, da cidade de Bento Gonçalves/RS. Foram escolhidas edificações de caráter comercial e/ou residencial onde a

obra estivesse com a base a ser revestida concluída, em condições de início do processo de revestimento de paredes.

Para identificação destas empresas consultou-se a Associação das Empresas da Construção Civil de Bento Gonçalves (ASCON), da qual obteve-se a lista contendo 40 (quarenta) empresas associadas. Perante contato verbal realizado junto às mesmas identificaram-se as empresas que realizariam os serviços de revestimento de argamassa no período de janeiro de 2004 a março de 2005, período este estabelecido para serem realizadas as observações em função do cronograma da dissertação, obras de maior volume e que já tinham sua programação de execução de revestimento. Na tabela 5, estão caracterizadas as obras visitadas.

Tabela 5 – Caracterização das obras visitadas

IDENTIFICAÇÃO	TIPO DE OBRA	Nº DE PAV.
A	Edificação Residencial	6
B	Edificação Residencial/Comercial	17
C	Edificação Residencial	5
D	Edificação Residencial	7
E	Edificação Comercial	2
F	Edificação Comercial	10

A sistemática de coleta de dados utilizada foi a seguinte:

- a) inicialmente em realizada uma entrevista com o engenheiro da obra, seguida de uma visita por toda a obra, com acompanhamento do mesmo e do mestre;
- b) visitas ao canteiro de obra, procurando um contato maior com os mestres, pedreiros e serventes envolvidos com o processo construtivo;
- c) observação e documentação fotográfica realizadas nas diversas visitas realizadas nas obras.

Para a documentação dos fatos foram utilizadas fotografias ilustrando os procedimentos adotados em obra, entrevista com o engenheiro da obra (aplicação de um questionário, COSTA 2005, vide anexo A) e, em meio à visitação do canteiro, contatos diretos com mestres, pedreiros e serventes. As visitas, com exceção da primeira, não foram previamente combinadas, a fim de se obter maior autenticidade dos dados coletados.

### **3.1.2 Entrevista com a engenharia da empresa**

Inicialmente foi aplicado um questionário, formulado por Costa (2005), a fim de se conhecer os procedimentos adotados pela empresa em relação a projeto, suprimentos, preparação do substrato, produção da argamassa, aplicação da argamassa, recebimento do serviço e correção de falhas, enfim, todas as informações referentes às etapas do processo de execução de revestimento em argamassa.

#### 3.1.2.1 Projeto

Com o questionamento sobre a etapa referente ao projeto, buscou-se saber se existe uma formalização do projeto, bem como verificar de que forma o serviço de revestimento em argamassa é planejado e quais os padrões de produção especificados. Para isso levaram-se em consideração os seguintes itens:

- a) existência de projeto de revestimento;
- b) quem toma as decisões;
- c) como são definidos os requisitos de desempenho;
- d) qual o número de camadas (ou camada única) do revestimento;
- e) qual a espessura das camadas;
- f) se há ou não classificação no projeto (ou empresa, na ausência do mesmo) e consideração sobre a condição de exposição (severa, moderada ou branda/protegida);
- g) qual o tipo de argamassa empregada;

- h) quem é o responsável pela determinação dos traços das argamassas;
- i) indicação de diferentes tipos de argamassa de acordo com as necessidades de aplicações em obra (em função das diferentes fachadas);
- j) quem define o acabamento, quais os tipos de acabamentos mais utilizados pela empresa;
- k) qual o tipo, qual o traço e quem define o chapisco;
- l) como é feita a especificação dos materiais da mistura;
- m) como é feita a cura do revestimento;
- n) qual o prazo de espera entre os serviços (por exemplo, tempo após a aplicação do chapisco e início de emboço);
- o) como é feito o dimensionamento e uso de juntas;
- p) quais os cuidados dados aos detalhes construtivos (atenção aos detalhes geométricos na superfície do revestimento, uso de formas geométricas e materiais adequados);
- q) o projeto inclui facilidade de acesso aos locais de manutenção.

### 3.1.2.2 Suprimentos

Com o questionamento sobre a etapa referente aos suprimentos, buscou-se conhecer os procedimentos das empresas quanto ao controle de qualidade, necessário para um bom desempenho da mão-de-obra, dos materiais e dos equipamentos envolvidos no processo construtivo.

Para a definição da mão-de-obra e equipes de produção foram determinados os seguintes itens:

- a) tipo de contrato utilizado pela empresa;
- b) forma de contratação da mão-de-obra para os serviços;
- c) a existência de variação do preço da mão-de-obra de acordo com o tipo de argamassa;
- d) como é feito o dimensionamento das equipes de trabalho, e quem a define;
- f) quem faz a programação das atividades;

- g) quais as principais considerações ao se programar as atividades;
- h) como é feito o controle da mão-de-obra e quem o controla;
- i) existência de avaliação dos empreiteiros e subcontratados;
- j) a empresa possui cadastro de subempreiteiros (bons subempreiteiros);
- k) existência de treinamento da mão-de-obra.

Quanto à definição dos materiais são abordados os seguintes itens:

- a) forma de seleção de fornecedores;
- b) existência de a avaliação de fornecedores com relação a prazo, custo, qualidade, atendimento entre outros.;
- c) existência de padronização dos processos de solicitação e compra de materiais;
- d) como a empresa faz solicitação de materiais, com urgência ou faz o pedido com antecedência para negociar melhores condições de preço e pagamento.

As atividades definidas para o controle de qualidade foram:

- a) a especificação do material, considerando as especificações de projeto e de compra dos materiais;
- b) o recebimento dos materiais, considerando a existência de ensaios para recebimento, com os respectivos critérios de aceitação e rejeição;
- c) o armazenamento dos materiais, isto é, os locais de armazenagem bem como as possíveis perdas ocorridas antes do uso do material.

Foi verificado se os equipamentos e ferramentas para a execução dos serviços são fornecidos pelas empresas e quais ferramentas disponibilizam, se existe estudo sobre a necessidade e utilização de ferramentas especiais, se é feita a avaliação do estado de conservação dos equipamentos/ferramentas e como é feita a manutenção.

### 3.1.2.3 Preparação do substrato

Nesta etapa verificou-se qual o método utilizado para a preparação do substrato e quais as verificações preliminares mais usuais pela empresa antes do início das atividades.

Todas as empresas executam as tubulações embutidas, hidráulica e elétrica, antes da execução do revestimento, remoção de irregularidades e sujidades. Com exceção da empresa A, que só executa a camada de chapisco na estrutura de concreto, as demais empresas executam chapisco convencional na estrutura de concreto e nas alvenarias.

### 3.1.2.4 Produção da argamassa de revestimento

Na etapa de produção da argamassa foram acompanhados os procedimentos empregados pelas empresas quanto aos seguintes aspectos:

- a) quem especifica e define a produção de argamassa;
- b) como é realizado o transporte dos materiais da mistura;
- c) qual o local de mistura (central de argamassa);
- d) de que forma é feito o transporte da argamassa pronta (vertical e horizontal);
- e) existe algum estudo sobre a movimentação de materiais e operários no canteiro, quem fez e como foi feito;
- f) como é o armazenamento da mistura pronta;
- g) de que forma é feita a distribuição da argamassa pronta para os pavimentos;
- h) como é feito o proporcionamento dos materiais;
- i) existe indicação dos traços (transparência-quadro de traços) junto à central;
- j) existe controle da umidade da areia;
- k) é freqüente o uso de aditivos, e como é feita a medição;
- l) quais os equipamentos usuais de mistura (betoneira, argamassadeira, manual);
- m) como é feito o controle de água;

- n) há padronização na execução de serviços;
- o) existe documentação dos processos;
- p) a empresa faz dosagens experimentais (laboratórios ou empíricas) enfatizando: propriedades esperadas, condições de serviço, tipo de acabamento previsto em projeto, natureza da base a ser revestida;
- q) quais os ensaios realizados (teor de ar incorporado, retenção de água, etc).

Somente a empresa F utiliza argamassa industrializada sendo que as demais empresas usam argamassa feita em obra, e para a mistura dos materiais é utilizada a betoneira. Nenhuma das empresas faz dosagens experimentais e/ou realiza ensaios.

#### 3.1.2.5 Aplicação da argamassa

Na etapa de execução, procurou-se obter informações relativas ao procedimento das empresas visitadas quanto aos seguintes aspectos:

- a) qual o método empregado na execução dos serviços de revestimento, como é feita a aplicação;
- b) como é feita a cura das argamassas de revestimento (proteção contra raios solares, vento, chuva);
- c) o tempo de cura é sempre obedecido;
- d) existe algum tratamento diferenciado em dias frios ou em dias quentes (com temperaturas baixas ou altas);
- e) há padronização na execução de serviços (procedimentos de execução);
- f) qual a atenção que a empresa dá para as perdas (materiais, mão-de-obra, tempo, equipamentos, capital);
- g) qual o controle com a geração dos resíduos, qual é seu destino.

### 3.1.2.6 Recebimento do serviço

Nesta etapa é feita a inspeção final do revestimento onde são verificados os critérios para aceitação ou rejeição dos revestimentos executados e se existem limites de tolerância dos defeitos (aspectos de qualidade relativos à estética: homogeneidade do acabamento e precisão geométrica - planeza e prumo do revestimento; aspectos de qualidade relativos ao desempenho técnico: fissuração e aderência do revestimento à base (se são feitos ensaios de aderência)).

### 3.1.2.7 Correção de falhas

Foi verificado também o aparecimento ou não de manifestações patológicas. Além disso, foi verificado também quem faz o diagnóstico dos problemas, quais os locais mais frequentes, os principais tipos de problemas, a frequência do aparecimento de problemas e com que frequência a empresa faz manutenção dos empreendimentos entregues (por exemplo, operações rotineiras de descontaminação e limpeza das superfícies).

Na tabela 6 são apresentados os dados individuais de cada obra coletados na entrevista com o engenheiro responsável pela mesma, referentes às etapas do processo de execução de revestimento em argamassa.

Tabela 6 - Dados individuais de cada obra coletados na entrevista com o engenheiro responsável pela mesma

	OBRAS					
	A	B	C	D	E	F
Tipo de Edificação	Residencial	Res./Comercial	Residencial	Residencial	Comercial	Comercial
<b>1 PROJETO</b>						
Existe projeto de revestimento	Não	Não	Não	Não	Não	Não
São definidos requisitos de desempenho	Não	Não	Não	Não	Não	Não
<b>1.2 Revestimento Externo:</b>						
Número de camadas	Única	Única	Única	Única	Única	Única
Espessura das camadas	2,5 cm	2,5 cm	2,0 cm	2,5 cm	2,5 cm	2,5 cm
Qual o tipo de argamassa	Fabricada no canteiro	Fabricada no canteiro	Fabricada no canteiro	Fabricada no canteiro	Fabricada no canteiro	Industrializada
Quem define o traço	Engenheiro + Empreiteiro	Engenheiro + Mestre-de-Obras	Mestre-de-Obras	Engenheiro + Mestre-de-Obras	Engenheiro	
Quais os tipos de acabamentos mais utilizados	Cerâmica e Textura	Cerâmica e Textura	Cerâmica e Textura	Cerâmica e Textura	Cerâmica e Textura	Cerâmica e Textura
Qual o tipo de chapisco	Convencional	Convencional	Convencional	Convencional	Convencional	Convencional
Qual o traço do chapisco	1:3	1:2	1:3	1:3	1:3	
Qual o traço do emboço	1:1:5	1:1:4+aditivo	1:1,5:5	1:1:3,5	1:1:6	
<b>1.3 Revestimento Interno:</b>						
Número de camadas	Duas	Única	Duas	Duas	Duas	Duas
Quais camadas	Emboço + Reboco	Emboço	Emboço+Reboco	Emboço+Reboco	Emboço+Reboco	Emboço+Reboco
Espessura das camadas	Emboço = 2,5 cm Reboco = 0,5 cm	Emboço = 2,5 cm	Emboço = 2,0 cm Reboco = 0,5 cm	Emboço = 2,5 cm Reboco = 0,5 cm	Emboço = 2,5 cm Reboco = 0,5 cm	Emboço = 2,0 cm Reboco = 0,5 cm
Qual o tipo de argamassa	Fabricada no canteiro	Fabricada no canteiro	Fabricada no canteiro	Fabricada no canteiro	Fabricada no canteiro	Industrializada
Quem define o traço	Engenheiro + Empreiteiro	Engenheiro + Mestre-de-Obras	Mestre-de-Obras	Engenheiro + Mestre-de-Obras	Engenheiro	
Quais os tipos de acabamentos mais utilizados	Reboco / Reboco+Massa Corrida	Reboco / Reboco+Massa Corrida	Reboco / Reboco+Massa Corrida	Reboco / Reboco+Massa Corrida	Reboco / Reboco+Massa Corrida	Reboco / Reboco+Massa Corrida
Qual o tipo de chapisco	Convencional	Convencional	Convencional	Convencional	Convencional	Convencional
Qual o traço do chapisco	1:3	1:3	1:4	1:3	1:4	
Qual o traço do emboço	1:2:6	1:0,5:6+aditivo	1:1,5:5	1:2,5:5	1:1:6	

	OBRAS					
	A	B	C	D	E	F
Especificação dos materiais da mistura:						
Cimento	Portland Pozolânico CP IV 32	Portland Pozolânico CP IV 32	Portland Pozolânico CP IV 32	Portland Pozolânico CP IV 32	Portland Pozolânico CP IV 32	
Cal	CH II	CH II	CH II	CH II	CH III	
Areia	Chapisco = grossa Emboço = grossa+média Reboco = fina	Chapisco = grossa Emboço = média	Chapisco = grossa Emboço = média Reboco = fina	Chapisco = grossa+média Emboço = média Reboco = fina	Chapisco = grossa Emboço = média Reboco = fina	
Aditivos	Não usa	Plastificante	Não usa	Não usa	Não usa	
Água de amassamento	Da rede local	Da rede local	Da rede local	Da rede local	Da rede local	
É feita a cura do revestimento?	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Prazo de espera entre os serviços:						
Alvenaria – chapisco	> 30 dias	> 30 dias	> 30 dias	> 30 dias	> 30 dias	> 30 dias
Chapisco – emboço	1 dia	15 dias	3 dias	1 dia	3 dias	15 dias
Emboço – reboco	15 dias		30 dias	7 dias	10 dias	15 dias
O projeto possui o dimensionamento e uso de juntas	Não	Não	Não	Não	Não	Não
<b>2 SUPRIMENTOS</b>						
<b>2.1 Mão-de-obra e equipes de produção</b>						
Mão-de-obra utilizado pela empresa	Terceirizada	Própria e terceirizada	Própria	Própria	Própria e terceirizada	Própria
Contratação da mão-de-obra	m <sup>2</sup>	hora e m <sup>2</sup>	hora	hora	hora e m <sup>2</sup>	hora
Quem define as equipes e faz a programação das atividades	Empreiteiro + Engenheiro	Mestre + Engenheiro	Mestre-de-obras	Mestre + Engenheiro	Mestre + Engenheiro	Engenheiro
Quais as principais considerações ao se programar as atividades	Mão-de-obra disponível e prazo de entrega	Mão-de-obra disponível e prazo de entrega	Mão-de-obra disponível e prazo de entrega	Mão-de-obra disponível e prazo de entrega	Mão de obra disponível e prazo de entrega	Mão-de-obra disponível e prazo de entrega
Como é feito o controle da mão-de-obra	Quantidade e qualidade dos serviços	Quantidade e qualidade dos serviços	Quantidade e qualidade dos serviços	Quantidade e qualidade dos serviços	Quantidade e qualidade dos serviços	Quantidade e qualidade dos serviços
Existe cadastro e avaliação dos empreiteiros e subcontratados	Não	Não	Não	Não	Não	Não

	OBRAS					
	A	B	C	D	E	F
Existe treinamento da mão-de-obra	Não	Não	Não	Não	Não	Não
<b>2.2 Materias</b>						
Como é feita a seleção dos fornecedores	Qualidade e tomada de preço dos produtos					
Existe avaliação de fornecedores?	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Existe padronização dos processos de solicitação e compra de materiais?	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Os pedidos são feitos com antecedência para negociar melhores condições de preço e pagamento?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Existe padronização dos procedimentos de recebimento e inspeção dos materiais?	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
<b>2.3 Equipamentos/ferramentas</b>						
A empresa fornece as ferramentas para a execução dos serviços?	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Existe estudo sobre a necessidade e utilização de ferramentas especiais?	Não	Não	Não	Não	Não	Não
<b>3. PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO</b>						
É feita a limpeza da base e remoção de irregularidades;	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
É executado o chapisco;	Na estrutura e alvenaria externa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
A empresa sempre faz as tubulações embutidas – hidráulica, elétrica – antes da execução do revestimento;	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Existe procedimento padrão para a avaliação e liberação dos planos a serem revestidos;	Não	Não	Não	Não	Não	Não

	OBRAS					
	A	B	C	D	E	F
São utilizadas telas;	Sim	Sim	Não	Simo	Sim	Sim
Como é feita a fixação da tela;	Argamassa	Argamassa		Argamassa	Parafusos	Prego ou parafuso
Prazo de início do encunhamento;	Um mês	Um mês	Um mês	Um mês	Um mês	Um mês
Material utilizado para o encunhamento;	Argamassa expansora	Argamassa	Argamassa expansora	Argamassa expansora	Argamassa expansora	Argamassa expansora
A empresa possui as Normas Técnicas de execução de revestimento em argamassa;	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
<b>4. PRODUÇÃO DA ARGAMASSA</b>						
Como é o transporte dos materiais da mistura?	Carrinho-de-mão	Carrinho-de-mão	Carrinho-de-mão	Carrinho-de-mão	Carrinho-de-mão	
Qual o local de mistura?	Central de argamassa	Central de argamassa	Central de argamassa	Central de argamassa	Central de argamassa	
De que forma é feito o transporte da argamassa pronta (vertical e horizontal)?	Vertical = guincho Horizontal = carrinho-de-mão	Vertical = elevador Horizontal = jiricas	Vertical = elevador Horizontal = carrinho-de-mão	Vertical = elevador Horizontal = carrinho-de-mão	Vertical = guincho Horizontal = carrinho-de-mão	Vertical = elevador Horizontal = carrinho especial
Como é o armazenamento da mistura pronta?	Carrinho-de-mão	Masseiros	Carrinho-de-mão	Carrinho-de-mão e masseiros	Masseiros	Carrinho especial
É feita a maturação da cal?	Não	Não	Não	Não	Não	
Como é feito o proporcionamento dos materiais?	Baldes, pás e sacos	Padiolas	Baldes, pás e sacos	Baldes, pás e sacos	Padiolas e sacos	
Há dimensionamento de recipientes para cada material ?	Não	Sim	Não	Não	Sim	
Os recipientes são identificados?	Não	Não	Não	Não	Não	
A dosagem é feita em volume ou massa?	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	
Existe indicação dos traços junto à central?	Não	Sim	Não	Não	Sim	
Existe controle da umidade da areia?	Não	Não	Não	Não	Não	
Quais os equipamentos usuais de mistura?	Betoneira	Betoneira c/caçamba	Betoneira	Betoneira c/caçamba	Betoneira	
Existe controle da produção?	Não	Não	Não	Não	Não	
São feitas dosagens experimentais?	Não	Não	Não	Não	Não	Não

	OBRAS					
	A	B	C	D	E	F
Quais os ensaios realizados (teor de ar incorporado, retenção de água, outros)?	Nenhum	Nenhum	Nenhum	Nenhum	Nenhum	Nenhum
<b>5. APLICAÇÃO DA ARGAMASSA</b>						
É feito o mapeamento da fachada?	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Qual a forma de aplicação da argamassa?	Manual	Manual	Manual	Externo – manual Interno - mecânica	Manual	Externo – manual Interno - mecânica
Quem controla a aplicação?	Os próprios pedreiros	Os próprios pedreiros	Os próprios pedreiros	Os próprios pedreiros	Os próprios pedreiros	Os próprios pedreiros
O desempenho dos revestimentos é feito levando-se em consideração as exigências do tipo de acabamento final?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
As perdas (materiais, mão-de-obra, tempo, equipamentos, capital) são medidas?	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
<b>6. RECEBIMENTO DO SERVIÇO</b>						
Quais os critérios para aceitação dos revestimentos executados?	Acabamento homogêneo, plano e no prumo	Acabamento homogêneo, plano e no prumo	Acabamento homogêneo, plano e no prumo	Acabamento homogêneo, plano e no prumo	Acabamento homogêneo, plano e no prumo	Acabamento homogêneo, plano e no prumo
<b>7. CORREÇÃO DE FALHAS</b>						
Quem faz o diagnóstico dos problemas?	Engenheiro	Engenheiro	Engenheiro	Engenheiro	Engenheiro	Engenheiro
Quais os locais mais freqüentes?	Últimos andares da edificação	Últimos andares da edificação	Últimos andares da edificação e para-peito das sacadas	Últimos andares da edificação, sacadas e regiões em contato c/solo	Últimos andares da edificação	Últimos andares da edificação, sacadas e platibandas
Quais os principais tipos de problemas?	Fissuras e mapeamento	Fissuras, hidratação tardia da cal e mapeamento	Penetração de umidade, fissuras e mapeamento	Penetração de umidade, fissuras e mapeamento	Fissuras e descolamento do revestimento	Penetração de umidade, fissuras e mapeamento

## 3.2 DIAGNÓSTICO

Os dados individuais de cada empresa coletados na entrevista com o engenheiro responsável pela obra de cada uma delas, sobre a produção de revestimentos de argamassa estão no Apêndice A deste trabalho. A seguir é apresentado o diagnóstico dos revestimentos de argamassa da região de Bento Gonçalves/RS, a partir dos dados obtidos através do questionário e das observações feitas em obra.

### 3.2.1 Projeto e execução

Nenhuma das empresas possui projeto específico para revestimentos de parede de argamassa. Situação semelhante à encontrada por Costa (2005) nas oito empresas construtoras de Porto Alegre – RS estudadas pela mesma. Outras informações como, espessura da camada, traço da argamassa e prazo de espera entre os serviços diferem muito entre o especificado pelo engenheiro e o observado em obra. O serviço de revestimento de argamassa é planejado de modo informal pelo mestre-de-obras juntamente com engenheiro e pedreiros, ou seja, é mantida a prática adquirida em obra.

Não existe nenhuma documentação sobre o processo definindo procedimentos, plano dos fluxos de execução, layout do processo, entre outros, conseqüentemente decisões importantes são tomadas no canteiro-de-obra, às vezes por pessoas não qualificadas acarretando em conseqüências indesejáveis como baixa produção, desperdício de materiais e aparecimento de manifestações patológicas. Para se determinar tais decisões há uma enorme relação de propriedades técnicas que somente um projetista pode fornecer.

Para todas as empresas as informações em nível de projeto eram aquelas contidas no memorial descritivo, quais sejam: número de camadas, traço de cada camada, acabamento superficial e tipo de revestimento decorativo, o que para a maioria das empresas estas informações representam simplesmente uma formalidade para cumprir o memorial descritivo, nem sempre seguidas no canteiro-de-obras.

O acabamento é definido pelo dono da construtora juntamente com o engenheiro e/ou arquiteto. Em todas as obras visitadas os acabamentos utilizados foram, massa corrida e pintura para o revestimento interno, e para revestimento externo acabamento cerâmico e/ou textura. E a justificativa dada pelo engenheiro da obra para o uso destes acabamentos externamente é a de se evitar a visualização de fissuras e/ou evitar a penetração de umidade, problemas comuns nas edificações da região.

Problemas estes que poderiam ser evitados ou pelo menos minimizados quando da elaboração do projeto de execução do sistema de revestimento, que tem como principal função à proteção da edificação e o acabamento estético. Aspectos como exposição e localização da edificação, características específicas do sistema de revestimento, prazos de execução deveriam ser levadas em consideração na execução do sistema de revestimento.

Como não existe projeto para o revestimento em argamassa, não são definidos os requisitos de desempenho, os quais seriam determinantes para a definição do número de camadas necessárias e as espessuras das mesmas. Todas as empresas analisadas da região utilizam camada única para o revestimento externo. A espessura da camada varia de um ponto para outro em uma mesma edificação, diferindo na maioria das vezes, do especificado pelo engenheiro da obra. A avaliação da espessura do revestimento de cada obra foi feita através de medição da espessura junto às janelas e mestras em todos os andares. A tabela 7 mostra a caracterização do revestimento externo observado em obra.

Tabela 7 – Caracterização do revestimento externo, camada única, observado em obra

OBRA	TIPO DE ARGAMASSA	ESPESSURA DA CAMADA (cm)				TRAÇO (em volume) (cim:cal:areia)
		Projeto	Mínima	Média	Máxima	
A	Produzida em obra	2,5	1,7	4	7	1:1:5
B	Produzida em obra	2,5	2	3,5	6	1:1:4+aditivo
C	Produzida em obra	2,0	1,5	4	6	1:1,5:5
D	Produzida em obra	2,5	1,5	3	5	1:1:3,5
E	Produzida em obra	2,5	2	4	6,5	1:1:6
F	Industrializada	2,5	2	3	5	

As características do revestimento interno, encontram-se na tabela 8:

Tabela 8 – Caracterização do revestimento interno, emboço + reboco, observado em obra

OBRA	TIPO DE ARGAMASSA	NÚMERO DE CAMADAS	ESPESSURA DAS CAMADAS (cm)				TRAÇO (em volume)		
			Emboço			Reboco	Emboço (cim:cal:areia)	Reboco (cim:cal:areia)	
			Mínimo	Médio	Máximo				
A	Produzida em obra	2	2	3,5	8	0,5	1:2:6	0,5:1:3 e 0,5:1:2	
B	Produzida em obra	1	1,5	3	5		1:0,5:6+aditivo		
C	Produzida em obra	2	2	3	6	0,5	1:1,6:5,2	0,5:1:2,5	
D	Produzida em obra	2	2	3	5	0,5	1:2,5:5	0,5:1:3	
E	Produzida em obra	2	2	2,5	5	0,5	1:1:6	0,5:1:3	
F	Industrializada	2	1,5	2	5	0,5			

\* 2 = emboço + reboco

\* 1 = massa única

Os engenheiros de todas as empresas visitadas especificaram espessuras de 2,0 a 3,0 cm para o revestimento externo e espessuras de 0,5 a 2,0 cm para o revestimento interno, atendendo assim especificações contidas na norma ABNT. Entretanto a espessura observada em obra difere da especificada, normalmente esta espessura é maior que a especificada, em alguns casos atingindo até 8 cm de espessura, conforme mostram as tabelas 7 e 8. Essa variação implica em conseqüências imediatas como aumento desnecessário do consumo de materiais e conseqüências futuras como o surgimento de manifestações patológicas caso não tenha sido tomado os cuidados necessários na hora da execução do revestimento. Pequenas espessuras, de 1,5 cm, foram observadas nas fachadas, o que pode comprometer a função protetora do revestimento.

A figura 1 mostra o exemplo de uma obra onde a espessura não foi controlada, sendo simplesmente conseqüência dos serviços anteriores, obtendo-se valores de até 7,0 cm. Esta espessura foi obtida internamente, resultado da instalação hidráulica que não foi embutida na parede refletindo nesta espessura maior. Cabe ressaltar que é mais comum encontrar espessuras elevadas de revestimento externamente e não internamente. Neste caso, de revestimento de maior espessura dever-se-ia fazer a aplicação da argamassa em três demãos, sendo as duas primeiras encasquilhadas respeitando um intervalo mínimo de 24 hs entre elas

ou prever o uso de telas (NBR 7200, ABNT 1998) a fim de evitar fissuras e/ou descolamento da argamassa. Nesta obra não foi tomado nenhum destes cuidados.



Figura 1: Espessura excessiva do revestimento interno de argamassa em função da interferência de serviços de hidráulica

Quanto à especificação do traço, três empresas apresentaram um traço padrão elaborado por engenheiros para a argamassa de revestimento de todas as suas obras. Estes traços estavam em exposição na obra por meio de tabelas, conforme mostra a figura 2, que ficam junto a central de produção, sendo que a areia é especificada em volume e dosada por meio de recipientes devidamente calculados e a cal e o cimento são especificados e dosados em sacos, conforme mostra a figura 3. Mas apesar de existir a indicação do traço a ser adotado, verificou-se no momento da produção a alteração deste. Em uma das três empresas o traço foi adaptado em obra para facilitar o transporte dos materiais (traço, em volume, medido em padiola passou a ser medido por carrinho-de-mão, sem alterar o proporcionamento).

FUNDAMENTO		ALVENARIA		TACADA		REVESTIMENTO	
Material	Quantidade	Material	Quantidade	Material	Quantidade	Material	Quantidade
cimento	1	cimento	1	cimento	1	cimento	1
areia	1	areia	1	areia	1	areia	1
...	...	...	...	...	...	...	...

Figura 2: Quadro de traços das diferentes composições adotadas em obra



(a)



(b)

Figura 3 – Dosagem dos materiais: (a) cal dosada a partir de sacos; (b) areia dosada a partir de padiolas

Nas demais empresas visitadas a determinação do traço fica a cargo do mestre, e, na grande maioria das vezes, a cargo de um operário denominado betoneirista, que goza de certa confiança do mestre. Pode-se perceber nestas empresas uma variação do traço devido a

utilização de recipientes inadequados, até mesmo a utilização da pá, para a dosagem dos materiais.

O uso de argamassas em proporções inadequadas à função a que foram destinadas é uma das causas de manifestações patológicas em revestimentos (CINCOTTO, 1988 apud CARNEIRO 1993).

Nenhuma das empresas tem precisão na quantidade de água usada na mistura. O que para Tango (1990 apud CARNEIRO, 1993) pode desencadear uma série de manifestações patológicas no revestimento, pois a falta de plasticidade corrigida com excesso de água aumenta a porosidade e conseqüentemente a permeabilidade do revestimento.

Na obra A o traço inicial especificado pelo engenheiro foi alterado pelo mesmo juntamente com os pedreiros depois de constatadas fissuras nos revestimentos dos dois pavimentos já executados, conforme figura 4. Mesmo após a mudança de traço constatou-se o uso de dois traços diferentes para o reboco, adaptados por cada equipe de trabalho.



Figura 4 - Fissuras no revestimento de argamassa com poucos dias de idade

A especificação dos materiais da mistura é feita levando-se simplesmente em consideração os materiais oferecidos pelas lojas locais, conforme mostra a tabela 9 e a figura 5. Não existe o cuidado de se conhecer as características dos materiais que estão sendo usados e no que estas características implicam no revestimento.

Tabela 9 - Especificação dos materiais empregados no preparo da superfície e nas diferentes camadas de revestimento

OBRA	CIMENTO (tipo)	CAL (especificação)	AREIA (granulometria)			ADITIVO
			CHAPISCO	EMBOÇO	REBOCO	
A	CP IV	CHII	Grossa	Grossa+Média	Fina	
B	CP IV	CHII	Grossa	Média		Plastificante
C	CP IV	CHII	Grossa	Média	Fina	
D	CP IV	CHII	Grossa+Média	Média	Fina	
E	CP IV	CHIII	Grossa	Média	Fina	
F	CP IV	CHII	Grossa			

No caso de cal não há a preocupação de trabalhar-se com CH-I, cal esta recomendada para revestimento de parede. Inclusive, não há no mercado regional a disponibilidade deste tipo de cal. Desta forma, acaba-se utilizando cal tipo CH II a qual não exige controle de óxidos de cálcio livre e a cal CH III que além de poder possuir um maior teor de óxidos não hidratados, possui maior teor de anidrido carbônico em obra que implica em uma maior quantidade de resíduo insolúvel e menor retenção de água devido ao maior teor de carbonatos, implicando, em ambas as cales cuidados especiais de maturação (BONIN et al., 1997).

A areia utilizada é proveniente do Rio Jacuí, e pode ser grossa, média ou fina. Não existe nenhum estudo definindo a distribuição granulométrica destas areias, o que é muito importante segundo Carasek et al. (2001), pois para obtenção de bons resultados de aderência a areia deve possuir uma distribuição granulométrica contínua. Além disso, a distribuição granulométrica da areia interfere na trabalhabilidade da argamassa e no consumo de aglomerantes e de água. Já no revestimento acabado, exerce influência na fissuração, rugosidade, permeabilidade e resistência de aderência, ou seja, no seu desempenho como um todo (ANGELIM et al., 2003).



Figura 5 – Materiais utilizados para a mistura

Água de amassamento é a da rede local, potável.

Em nenhuma das obras visitadas é feita a cura do revestimento. Segundo Pereira (2000), a cura úmida, bem como o prolongamento do seu período apresenta evidente influência no aumento da resistência superficial à tração dos revestimentos. À medida que se aplica e se aumenta o período de cura úmida dos revestimentos, há a redução da permeabilidade e capacidade de absorção dos revestimentos.

Nas empresas E e F, antes da liberação de uma nova etapa é verificada uma lista de instrução de serviços. Nesta lista contém os prazos para início do revestimento, a definição das prumadas, a preparação da base, chapisco, emboço ou massa única e o reboco fino. O período de espera entre os serviços varia conforme a empresa, como pode ser visto na tabela 10:

Tabela 10 – Período de espera entre serviços

OBRA	SERVIÇOS		
	ALVENARIA – CHAPISCO (dias)	CHAPISCO – EMBOÇO (dias)	EMBOÇO – REBOCO (dias)
Esp. NBR 7200	14	3	7
A	>30	1	15
B	>30	15	
C	>30	3	30
D	>30	1	7
E	>30	3	10
F	>30	15	15

Somente a empresa F executa juntas de movimentação a fim de reduzir a transmissão de tensões do revestimento. Entretanto, segundo o engenheiro de obra, não seria necessário executá-la nesta obra visitada, pois as dimensões dos planos de revestimento dispensam o uso de juntas de movimentação. As demais empresas não projetam ou executam juntas de movimentação.

Também não são dados cuidados especiais aos detalhes construtivos tais como peitoris, pingadeiras e outros os quais segundo Carneiro (1993), atribui-se a função de proteger a fachada da edificação, bem como o revestimento nela aplicado de possíveis agentes agressivos como a chuva e a de prevenir a ocorrência de falhas no revestimento, como a fissuração. Apenas a empresa F executa contraverga e peitoril com avanço adequado para as laterais.

Alguns detalhes construtivos até são executados, mas de forma ineficiente, pois não são respeitadas as dimensões necessárias comprometendo a sua finalidade, como por exemplo, peitoril com avanço muito pequeno para frente e para as laterais.

Outro detalhe importante que somente a empresa F executa, é o reforço do revestimento com tela metálica nas regiões de elevadas tensões da interface alvenaria-estrutura, como platibandas e sacadas, ou no caso de revestimentos com espessuras superiores ao limite máximo recomendado por norma.

### **3.2.2 Suprimentos**

A seguir são descritos os principais insumos utilizados na execução dos revestimentos de argamassa.

#### **3.2.2.1 Mão-de-Obra**

A mão-de-obra utilizada varia de empresa para empresa, podendo ser própria, terceirizada ou uma combinação das duas. Segundo o engenheiro de obra da empresa F, a mão-de-obra própria demonstra-se mais vantajosa uma vez que há menos rotatividade de operários

implicando em uma maior uniformidade nos serviços. A contratação para os serviços é por hora para a mão-de-obra própria e por m<sup>2</sup> para mão-de-obra terceirizada.

O dimensionamento das equipes de trabalho é feito a partir da mão-de-obra disponível e do prazo de entrega da obra. Em todas as empresas, o mestre-de-obras juntamente com o dono da construtora ou engenheiro, são os responsáveis pelo dimensionamento das equipes e pela programação das atividades. O controle da mão-de-obra é feito a partir da quantidade e qualidade dos serviços executados. A avaliação dos empreiteiros e subcontratados é feita de modo informal. Somente a empresa F faz treinamento da mão-de-obra, referente à execução de serviços. As empresas B, C, E e F realizam treinamentos referentes a segurança no trabalho. A tabela 11 mostra a forma de contratação e pagamento de mão-de-obra.

Tabela 11 – Caracterização da mão-de-obra

EMPRESAS	MÃO-DE-OBRA	FORMA DE PAGAMENTO	EQUIPE DE TRABALHO (servente:pedreiro)
A	Terceirizada	m <sup>2</sup>	1:2
B	Terceirizada + Própria	m <sup>2</sup> / h	1:2
C	Própria	h	1:2
D	Própria	h	1:2
E	Terceirizada + Própria	m <sup>2</sup> / h	1:2
F	Própria	h	1:3

### 3.2.2.2 Materiais

Segundo as empresas a seleção de fornecedores é feita a partir da qualidade dos produtos, embora não haja controle das características dos componentes, em geral escolhidos por preço, o que pode levar as empresas a adquirirem materiais de baixa qualidade, que poderão ocasionar o aparecimento de futuras manifestações patológicas. A avaliação dos mesmos é feita de modo informal. Não existe padronização dos processos de solicitação e compra de materiais. As empresas normalmente fazem a solicitação de materiais com antecedência para negociar melhores condições de preço e pagamento.

A quantificação e a especificação dos materiais são realizadas pelo engenheiro ou arquiteto juntamente com o dono da construtora e mestre-de-obras.

As construtoras apresentaram dois sistemas distintos de compras de material:

- a) sistema misto no qual o escritório da empresa adquire o cimento e os demais materiais são comprados diretamente pelo mestre-de-obras de um fornecedor previamente determinado pelo escritório;
- b) o escritório da empresa compra todos os materiais.

É recomendada a adoção de um único fornecedor, realizar ensaios periodicamente e exigir um certificado de garantia de qualidade do fornecedor, a fim de garantir a qualidade dos materiais e reduzir o surgimento de possíveis problemas, como manifestações patológicas e perdas.

O recebimento dos materiais, em todas as obras é de responsabilidade do mestre, com a posterior conferência visual e quantitativa pelo engenheiro ou pelo dono da construtora. No caso de no momento do recebimento ocorrerem dúvidas com relação ao especificado na nota fiscal, fica a cargo do engenheiro liberar a aceitação do material ou não.

Em nenhuma das empresas existe padronização dos procedimentos de recebimento e inspeção dos materiais. No caso do cimento o controle de recebimento é feito através da verificação da quantidade especificada na nota fiscal. A areia é conferida pela cubagem e inspeção visual. Em todas as empresas o armazenamento do cimento e da cal hidratada é feito em local coberto e protegido da umidade. Na empresa A não é levada em consideração a quantidade de sacos por pilhas, como pode ser visto na figura 6, a qual apresenta uma pilha com mais de 10 sacos.



Figura 6: Armazenamento do cimento e da cal hidratada no pavimento sobre pilotis: pilhas com excesso de sacos

O armazenamento da areia é feito no canteiro de obras, diretamente no solo sem baia com fundo inclinado e drenagem, ocasionando desperdício de materiais e risco de contaminação. A figura 7 mostra o armazenamento de areia por duas empresas.



(a)

(b)

Figura 7: Armazenamento da areia

Segundo a NBR 7200 (ABNT, 1998) os agregados devem ser estocados em compartimentos identificados pela natureza e classificação granulométrica, em um espaço confinado em três lados, com fundo inclinado e drenado, de sorte a evitar a saturação e contaminação. Se não houver drenagem, deve-se evitar o emprego do material em contato com o solo até uma altura de 0,15 m.

Na empresa B é realizado o peneiramento da cal, quando do seu recebimento, a fim de se detectar grãos empedrados (carbonatados). Nenhuma das empresas, sendo que todas utilizam cal do tipo CH II e CH III, executam a maturação da cal.

A falta de um estudo prévio para o canteiro dificulta as condições de armazenamento e transporte. O correto planejamento do canteiro pode resultar em redução de custos e de prazos, melhor ambiente e condições mais adequadas de trabalho. Assim, com base em RIPPER (1986), descreve-se algumas premissas a serem observadas neste planejamento:

- a) deve-se prever um bom e fácil acesso à obra para que o fornecimento de materiais e equipamentos até os locais de armazenagem seja possível até nos dias de chuva;
- b) os caminhos internos entre depósitos de materiais e os postos de trabalho, entre as betoneiras de preparação de argamassas e a construção, devem ser livres de entulhos, curtos, planos e em nível;
- c) a disposição dos depósitos de armazenamento, deve facilitar a retirada dos estoques em ordem contrária ao de fornecimento;
- d) os meios de transporte dos materiais devem ser escolhidos conforme os tipos e quantidades a serem transportadas, considerando-se, ainda, a distância a ser percorrida. É também importante, para o bom andamento da obra, a escolha adequada do tipo de transporte vertical a ser usado, definindo-o a partir do tamanho e altura da obra e das quantidades de materiais a transportar.

### 3.2.2.3 Equipamentos e ferramentas

Somente as empresas que possuem mão-de-obra própria fornecem as ferramentas para a execução dos serviços. As ferramentas utilizadas são as de uso cotidiano como a colher de pedreiro, desempenadeiras, prumo, entre outras, não havendo disponibilidade de ferramentas especiais. A única ferramenta não tradicional utilizada em duas obras foi o aplicador de argamassa mecânico, conforme mostra a figura 8.



Figura 8: Aplicador mecânico de argamassa

### 3.2.3 Preparação do substrato

A preparação do substrato é feita através de verificações preliminares como remoção das pontas de ferro, das rebarbas entre as juntas da alvenaria, enchimento de falhas entre outros. O substrato de todas as obras avaliadas é composto de alvenaria de bloco cerâmico estrutural ou não estrutural.

Todas as empresas fazem as tubulações embutidas, hidráulica e elétrica antes da execução do revestimento, conforme mostra a figura 9, mas apenas a empresa F faz as verificações de funcionamento desses elementos.



Figura 9 – Execução das tubulações embutidas antes da execução do revestimento

A camada de chapisco é feita de modo convencional, com consistência fluída, conforme mostra a figura 10, que além de exercer a função primordial de ponte de aderência, promove homogeneização da absorção do substrato. Todas as empresas aplicam chapisco externo, e somente a empresa A não aplica chapisco interno, com exceção na estrutura de concreto (vigas, lajes e pilares). A tabela 12 mostra as principais características do chapisco, tais como traço e quem o define, forma de aplicação e equipamento utilizado para a mistura. Não foi apresentada informação para a empresa F em relação ao traço, pois o mesmo não é produzido em obra.



(a)



(b)

Figura 10: chapisco aplicado de forma (a) mecanizada, inclusive em superfície horizontal; (b) manual

Tabela 12 - Chapisco

EMPRESA	TIPO DE CHAPISCO	TRAÇO		DEFINIÇÃO DO TRAÇO	FORMA DE APLICAÇÃO	EQUIPAMENTO DE MISTURA
		INTERNO	EXTERNO			
A	Convencional	1:3 *	1:3	Engenheiro+Empreiteiro	Manual	Betoneira
B	Convencional	1:3	1:2	Engenheiro	Manual	Betoneira
C	Convencional	1:4	1:3	Engenheiro+Mestre	Manual	Betoneira
D	Convencional	1:3	1:3	Engenheiro+Mestre	Manual	Betoneira
E	Convencional	1:4	1:3	Engenheiro	Manual	Betoneira
F	Convencional				Mecânica	Betoneira

\* - aplicado somente na estrutura de concreto

As empresas A, B, D, E e F utilizam telas na interface alvenaria/ferro ou alvenaria/madeira (caixas para instalação elétrica), sendo fixadas por meio de parafusos, pregos ou somente argamassa conforme mostra a figura 11. A empresa C utiliza a argamassa encasquilhada com blocos cerâmicos.



Figura 11: Tela fixada com argamassa

Todas as empresas respeitam um prazo de início de encunhamento de no mínimo trinta dias, primeiro é executada a alvenaria de todos os andares e depois é feito o encunhamento. O material utilizado pelas empresas A, C, D, E e F é a argamassa expansora especificada pelo engenheiro e a empresa B utiliza argamassa normal. Não há padronização na execução de serviços.

Nesta fase deveria-se fazer a correção dos rasgos efetuados para instalação das tubulações, mas em todas as empresas observou-se que esta correção é feita no momentos da aplicação da argamassa. Segundo a NBR 7200 (ABNT, 1998), o enchimento das falhas da base pode ser com argamassa desde que menores que 50mm de profundidade, se superiores, o enchimento deve ser feito em pelo menos duas etapas e com um período não inferior a 24 h entre uma aplicação e outra. Para rasgos com diâmetro superiores a 50mm deve-se colocar tela metálica galvanizada e enchimento com cacos de tijolos e blocos.

### **3.2.4 Produção da argamassa**

Em todas as obras a mistura dos materiais é feita de forma mecânica, nem sempre respeitando o tempo de mistura que é de 3 a 5 minutos (NBR 7200, ABNT 1998). A incorporação de ar é proporcional ao tempo de mistura, e o excesso de ar aprisionado resulta em perda de resistência mecânica, isso acontece quando se deixa misturar a argamassa por mais de 5 minutos. Casali et al. (2001) observaram a influência de diferentes tempos e energias de misturas no teor de ar incorporado, na consistência e na resistência à compressão axial da argamassa. E ao se desrespeitar o tempo mínimo de mistura pode não ocorrer a homogeneização da forma que deve ser.

Nas empresas A, B, C, D e E a mistura é feita na central de argamassa, conforme mostra a figura 12. Nas empresas A, C, D e E as centrais de produção de argamassa encontram-se desorganizadas, pois não foi prevista a necessidade de áreas de estocagem para as matérias-primas levando-se em consideração a proximidade desses locais à central de argamassa.



(a)



(b)

Figura 12: Central de produção de argamassa: (a) no pavimento térreo;  
(b) externa

A racionalização da produção de argamassa é também influenciada por um “lay-out” de canteiro de obra adequado. Deve-se planejar desde a posição da betoneira em relação ao local de armazenamento dos materiais, o meio de transporte dos materiais até a betoneira e da argamassa de revestimento ao local de sua aplicação. Este planejamento deve permitir fluxo dos materiais e da argamassa de revestimento compatível com a produção requerida num dado momento da obra, ou seja, a produção de argamassa deve acompanhar o ritmo de trabalho da equipe que executa o revestimento (CARNEIRO, 1993).

Todas as obras usam betoneiras ao invés de argamassadeiras para realizar a mistura. As empresas B e D possuem betoneiras com caçamba de carregamento, o que facilita o carregamento dos materiais, conforme mostra a figura 13, mas mesmo assim uma destas empresas não consegue garantir a uniformidade do traço, pois utiliza-se de baldes ou pá para carregá-la. Para as demais empresas o abastecimento é feito através de padiolas, latas, sacos e pás.



Figura 13: Betoneira com caçamba de carregamento

Segundo Carneiro (1993) as empresas de construção devem buscar para as argamassas de revestimento uma dosagem racional dos materiais constituintes, através de traços especificados em projeto e de um meio de dosagem (massa ou volume) que seja de fácil adaptação para a mão-de-obra envolvida neste serviço. Considera-se importante também, uma conscientização desta mão-de-obra, de forma que esta compreenda os procedimentos que estão sendo usados.

O transporte horizontal dos materiais da mistura é feito por meio de carrinho-de-mão, padiola, baldes ou pá no caso da areia. O cimento e a cal em sacos. O transporte da argamassa pronta, na vertical é feito por meio de elevador nas empresas B, C, D, e F, ou guincho nas empresas A e E, e o transporte na horizontal por meio de carrinho-de-mão nas empresas A, C, D e E, jérica na empresa B, ou carrinhos especiais nos quais também é armazenada a argamassa pronta, na empresa F, conforme mostra a figura 14.



(a)



(b)

Figura 14: Transporte horizontal da argamassa: (a) carrinho especial para transporte e armazenamento da argamassa; (b) transporte por carrinho-de-mão

O armazenamento da argamassa pronta é feito em masseiros nas empresas A, B, C, D e E, sendo que nem sempre estes são em número suficiente ocasionando armazenamento de forma indevida como observou-se na empresa A, onde a argamassa foi depositada no chão, como mostra a figura 15.



Figura 15- Armazenamento da argamassa no chão de forma indevida

Nas empresas A, C e D visitadas apesar de todos os engenheiros terem respondido no questionário que tem um traço especificado, o proporcionamento dos materiais é feito sem controle, por operários com experiência adquirida por tempo de serviço, a partir de carrinho-de-mão, baldes, pás e sacos. Nestas empresas não há dimensionamento de recipientes dosadores para cada material. A dosagem é feita em volume. Nas empresas B, E e F, existe a indicação dos traços (transparência-quadro de traços) junto à central de produção de argamassa, conforme ilustrado anteriormente na figura 2, com a indicação dos devidos recipientes dosadores.

Apenas a empresa B usa aditivo plastificante, o qual era dosado com a própria tampa do recipiente conforme especificações do produto. Embora esta empresa usasse aditivo, o traço da argamassa continha também cal hidratada.

Somente a empresa A não peneira a areia. Nenhuma das empresas controla a umidade da areia, sendo que a quantidade de água a ser adicionada fica a critério do operário que prepara a argamassa, conforme mostra a figura 16.



Figura 16 – Dosagem da água sem precisão, por meio de baldes

Não existe controle tecnológico, pois as empresas não fazem dosagens experimentais nem ensaios (teor de ar incorporado, retenção de água, outros).

### 3.2.5 Aplicação da argamassa

Com base nos pontos mais críticos, de maior e menor espessura para o revestimento, é assentada a primeira talisca, conforme mostra a figura 17a e, a partir daí, as demais taliscas. Uma vez assentadas as taliscas, aplica-se argamassa entre elas, constituindo-se faixas verticais, as mestras, conforme mostra a figura 17b. A seguir, a argamassa de revestimento é chapada entre as mestras contíguas, conforme mostra a figura 18.



(a)



(b)

Figura 17 – Aplicação da argamassa: (a) taliscamento; (b) mestras



(a)



(b)

Figura 18 – Aplicação da argamassa: (a) chapagem da argamassa entre as mestras contíguas; (b) taliscamento, mestras e chapagem entre as mestras, realizadas no mesmo dia

Todas as empresas executam o taliscamento, sendo que apenas a empresa F disponibiliza de uma equipe para a execução das taliscas em todo o prédio, seguida de outra equipe que realiza a execução das mestras e somente após a execução de todas as mestras inicia-se o revestimento de argamassa. As demais empresas executam o taliscamento seguido da execução das mestras e do revestimento de argamassa, em um mesmo dia.

A forma de aplicação da argamassa externa é de forma manual. A aplicação da argamassa interna nas empresas D e F é de forma mecanizada e nas demais, de forma manual. Segundo Duailibe et al. (2005), a argamassa, quando lançada por projeção mecânica, tem maiores chances de ter uma maior extensão de aderência, já que a pressão utilizada para o lançamento é maior do que a conferida pelo pedreiro no lançamento manual.

Ao aplicar com colher, o operário deve comprimir a camada com as costas da ferramenta. Essa rotina evita a formação de vazios no interior da massa, que diminuem a resistência. A adoção de procedimentos mecanizados otimiza a aplicação, devido principalmente, à menor variação da energia de aplicação. Isso porque a força com que a argamassa atinge a superfície não diminui conforme aumenta o cansaço do operário (LOTURCO, 1988).

O controle da aplicação é feito pelo mestre-de-obras e pedreiros. Somente a empresa F controla a produtividade, pois esta recebe uma determinada quantidade de argamassa industrializada que deverá ser utilizada toda no mesmo dia.

Em todas as empresas, nos dias quentes (com temperaturas altas) o substrato é umedecido antes da aplicação de argamassa, conforme mostra a figura 19. Segundo Lawrence e Cao (1987), a sucção por capilaridade de substratos com alta absorção de água pode ser reduzida pelo molhamento ou pré-umedecimento, tendo-se em geral, como resultado, uma melhora na resistência de aderência. Isto ocorre porque a retirada excessiva de água das argamassas nas primeiras horas, pela sucção elevada do substrato, pode conduzir a formação de microfissuras na interface devido à retração plástica, que por sua vez diminui a aderência.

Mas o umedecimento excessivo, com mangueira, conforme observado na empresa C, também pode ser prejudicial à aderência, a menos que se deixe secar o excesso de água para não dificultar a microancoragem da pasta no substrato.



Figura 19: Umedecimento do substrato com o auxílio de (a) mangueira; (b) trincha

Após a aplicação é feita a retirada do excesso de argamassa e a regularização da superfície por meio do sarrafeamento, conforme mostra figura 20.



Figura 20 – Retirada do excesso de argamassa por meio do sarrafeamento

Em todas as empresas, nem sempre é respeitado o ponto de sarrafeamento, às vezes sendo executado logo após a chapagem o que pode influenciar no surgimento de fissuras.

O desempenho dos revestimentos é feito levando-se em consideração as exigências do tipo de acabamento final:

- a) revestimento cerâmico: desempenho somente com a régua, conforme figura 21;
- b) revestimento texturados e pintura em textura acrílica em duas ou mais demãos: desempenho com a régua, seguido de desempenho com PVC;
- c) pintura com tintas minerais, látex PVA ou acrílico, sobre massa corrida ou textura acrílica em uma única demão: desempenho com PVC, seguido de desempenho com espuma, conforme figura 22.



Figura 21 – Superfície que irá receber revestimento cerâmico: desempenho somente com a régua



Figura 22 - Superfície que irá receber pintura com tintas minerais, látex PVA ou acrílico, sobre massa corrida ou textura acrílica em uma única demão: desempenho com PVC, seguido de desempenho com espuma

O controle, verificação e registro da espessura das camadas são feitos a partir do esquadro e linha de prumada. Não é feita a cura das argamassas de revestimento (proteção contra raios solares, vento, chuva). Nenhuma das empresas avaliam as perdas (materiais, mão-de-obra, tempo, equipamentos, capital).

### **3.2.6 Recebimento do serviço**

Em todas as obras a inspeção final do revestimento é feita de forma visual pelo mestre-de-obras e o engenheiro. O revestimento não pode apresentar ondulações e fissuras; deve estar no prumo e apresentar acabamento homogêneo.

### 3.2.7 Correção de falhas

O diagnóstico das manifestações patológicas identificadas é feito pelo próprio engenheiro. Os locais mais freqüentes de aparecimento destes, são nos últimos andares da edificação, sacadas e platibandas. Os principais tipos de problemas são fissuras, que todas as obras apresentaram, conforme figura 23. Hidratação retardada da cal e penetração de umidade foram também observadas nas obras B e C, entretanto em menor freqüência. A freqüência do aparecimento desses problemas é média. As empresas não possuem estimativa do custo com as correções dos problemas. Não é freqüente a manutenção dos empreendimentos entregues.



Figura 23: Fissuras no revestimento de argamassa

## 4 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

### 4.1 CONCLUSÕES

Tendo-se como principal objetivo caracterizar o processo de produção de revestimentos de argamassa da cidade de Bento Gonçalves/RS, através da realização de um levantamento nas empresas, o presente trabalho teve como principais conclusões:

- a) o projeto de revestimento de argamassa não é executado por nenhuma empresa, sendo que os únicos aspectos considerados anteriormente à execução do revestimento, ainda no projeto arquitetônico, são o número de camadas, tipo de argamassa e o tipo de acabamento, até mesmo para poder quantificar e orçar materiais e serviços. Mas ficou evidente que não são definidos os requisitos de desempenho e nem são especificados os padrões de produção.
- b) a maior parte das decisões, tais como, espessura das camadas, traço da argamassa, especificação dos materiais da mistura, cura do revestimento, prazo de espera entre os serviços, dimensionamento e uso de juntas, ficam sob responsabilidade do canteiro de obras, ou seja, do mestre-de-obras, pedreiros e serventes.
- c) quanto ao controle de qualidade necessário para um bom desempenho da mão-de-obra, dos materiais e dos equipamentos envolvidos no processo construtivo não é feito. Assim como para especificação de materiais não existem critérios técnicos rigorosos, onde cada material é avaliado de forma a resistir as solicitações a que será submetido o revestimento. E da mesma forma, não existe um estudo da necessidade da utilização de ferramentas especiais, somente é feita uma avaliação do estado de conservação dos equipamentos e ferramentas.
- d) a programação das atividades nas empresas A, B, C, D e E é feita levando-se em consideração os prazos de entrega da obra, e não os prazos mínimos entre os serviços.
- e) para a aquisição dos materiais o critério usado é o menor preço. Constatou-se também que os critérios considerados na aquisição ficam totalmente por conta do canteiro de obras, representando a transferência de uma decisão, já que a especificação deveria fazer parte do projeto.

- f) não existem procedimentos padronizados de recebimento e inspeção dos materiais, implicando novamente a transferência total de responsabilidades importantes ao canteiro de obras, que não deveria ter esta função.
- g) com relação ao armazenamento, nas empresas A, B, C, D e E, não foi detectado nenhum cuidado especial, principalmente no que se refere ao armazenamento da areia, refletindo em perdas de materiais e horas de operários trabalhando na tentativa de minimizá-las.
- h) na preparação do substrato constatou-se que os métodos utilizados, remoção de sujidades, irregularidades e chapiscamento, estão dentro dos padrões exigidos por normas técnicas e bibliografias, com exceção do preenchimento de falhas, contribuindo desta forma para o aumento da aderência do revestimento.
- i) conforme observado pode-se concluir que a produção da argamassa nas empresas A, C, D e E é feita de forma inadequada, até mesmo utilizando-se ferramentas rudimentares, como a pá, para o proporcionamento dos materiais. Forma totalmente inadequada e imprecisa demonstrando claramente a falta de controle tecnológico e de treinamento da mão-de-obra envolvida no processo, embora algumas empresas tenham demonstrado preocupação com a uniformidade dos traços utilizando-se de indicações como o quadro de traços e recipientes previamente dimensionados para a produção da argamassa. O tempo de mistura dos materiais é de responsabilidade do betoneirista.
- j) o transporte, tanto dos materiais da mistura como da mistura pronta, demonstra-se ineficiente, pois utiliza-se de meios inadequados causando a perda de material e maior esforço da mão-de-obra. Isso normalmente se deve a falta de projeto (layout do processo e plano de fluxos) e a falta de equipamentos adequados para a execução dos serviços.
- k) o método utilizado na aplicação da argamassa é o tradicional, que está sendo transmitida aos novos oficiais (pedreiros), apenas por repetição, sem um acompanhamento técnico, embora as empresas D e F já vêm utilizando a aplicação mecânica, esta é em pequena escala quando comparada a tradicional.
- l) cuidados especiais como a cura do revestimento e juntas de movimentação não estão sendo executadas, medidas preventivas que quando não executadas aumentam a probabilidade do surgimento de manifestações patológicas.
- m) a inspeção final do revestimento se dá principalmente de forma visual, onde verificam-se os aspectos de qualidade relativos à estética: homogeneidade do acabamento e precisão geométrica - planeza e prumo do revestimento. Não são feitos ensaios de aderência para conferir os aspectos de qualidade relativos ao desempenho técnico: fissuração e aderência do revestimento à base.
- n) foi constatado o aparecimento de manifestações patológicas, como fissuras, o que implica em afirmar que mudanças no modo de execução do revestimento de argamassa devem ser tomadas.

Como se pode notar nos comentários acima mencionados, a produção de revestimentos de argamassa na cidade de Bento Gonçalves-RS, com raras exceções, encontra-se inadequada, pois o processo construtivo é baseado no empirismo transmitido no canteiro de obras sem nenhum controle tecnológico. Os métodos utilizados desde o planejamento do revestimento até sua aplicação não possuem embasamento científico, pois não observadas especificações técnicas existentes adequadas para os materiais constituintes, nem estudo e determinação, por profissional qualificado, do traço e o meio de dosagem da argamassa, assim como não há um processo executado e controlado por mão-de-obra treinada.

## 4.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com o intuito da continuidade desta pesquisa fica como sugestão para futuros trabalhos:

- a) estudo de projeto adequado para revestimentos de argamassa em função dos materiais e clima da região;
- b) estudo de composições de traços para a argamassa para serem aplicados com os substratos da região.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Manual de revestimento de argamassa. São Paulo: ASBP, [2003].

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528**: revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 1995.

\_\_\_\_\_. **NBR 13529**: revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – terminologia. Rio de Janeiro, 1995.

\_\_\_\_\_. **NBR 13530**: revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – classificação. Rio de Janeiro, 1995.

\_\_\_\_\_. **NBR 13749**: revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – especificação. Rio de Janeiro, 1996.

\_\_\_\_\_. **NBR 7200**: execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

\_\_\_\_\_. **NBR 13281**: argamassas para assentamento de paredes e revestimentos de paredes e tetos – requisitos. Rio de Janeiro, 1996.

\_\_\_\_\_. **NBR 7175**: Cal hidratada para argamassas – requisitos. Rio de Janeiro, 1995.

ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS. C 270-89: standard specification for mortar unit Masonry: C 270 – 89. Philadelphia, v.04.05, p. 186-196, 1991.

ANGELIM, R.R.; ANGELIM, S.C.M.; CARASEK, H. Influência da distribuição granulométrica da areia no comportamento dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 5., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2003.p.159-168.

ANTUNES, R.P.N.; JOHN, V.M.; PILEGGI, R.G.; Influência da sequência de mistura nas propriedades reológicas de argamassas avaliada por Squeeze-flow. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.p.144-157.

REVESTIMENTOS. Argamassas: o bom desempenho depende do preparo da superfície e da correta aplicação. São Paulo: Pini, p.8-16, ago. 1983.

BAIA, L.L.M. **Projeto e execução de revestimentos de argamassa**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000.

BAUER, R.J.F. Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2., 1997. Salvador. **Anais ...** Salvador: CETA/ANTAC. 1997, p.321-333.

BEALL, C. A guide to mortar admixtures. MORTAR, How to specify and use masonry mortar, p. 36-38, 1990. (A collection of articles from “Aberdeen’s Magazine of masonry construction”).

BOLORINO, H; CINCOTTO, M.A. Adequação de traços de argamassa mista conforme o tipo de cimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 3., 1999. Vitória. **Anais ...** Vitória: PPGEC/ANTAC. 1999, p.183-199.

CE 02:102.17 COBRACON/ABNT. Texto de discussão sobre projeto de revestimento de argamassa (não publicado). Comissão de Estudo de Argamassa de Assentamento e Revestimento (sem data).

BONIN, L.C.; CINCOTTO, M.A.; CARNEIRO, A.M. Propostas conceituais que fundamentaram o texto do projeto de norma – revestimentos de paredes e tetos de argamassa inorgânicas – execução. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997.p.399-411.

BONIN et al. Manual de referência técnica. In: SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL – gestão e tecnologia, 2., 1993, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre: Curso de pós-graduação em Engenharia Civil, NORIE, UFRGS, 1993.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 5262**: external rendered finishes, London, 1976. 21 p.

CAMPITELI, V.C.; PRESTES, E. Formação de fissuras visíveis devidas a retração por secagem em argamassas de revestimento de cal e areia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.p.600-608.

CARASEK, H.; CASCUDO, O.; SCARTEZINI, L.M. Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 4., 2001, Brasília. **Anais...** Brasília: ANTAC, 2001.p.43-67.

CARNEIRO, A.M.P. **Revestimento externo em argamassa de cimento, cal e areia – Sistemática das empresas de construção civil de Porto Alegre**. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT. Réalisation de revêtements par projection pneumatique de fibres minérales avec liant: cahier des clauses techniques. **Cahiers du CSTB**, Paris, n.303, cahier 2362, oct 1989, 15 p. (Document technique unifié, 27.1).

\_\_\_\_\_ Conditions générales d’emploi et de mise en oeuvre des enduits d’imperméabilisation de murá base de liants hydrauliques faisant l’objet d’un avis technique. **Cahiers du CSTB**, Paris, n. 230, cahier 1777, juin 1982, 7 p.

CEOTTO, L.H.; BANKUK, R.C.; NAKAKURA, E.H. **Revestimentos de argamassas: boas práticas em projeto, execução e avaliação**. Porto Alegre: ANTAC, 2005.

CINCOTTO, M. A.; SILVA, M. A. C.; CARASEK, H. **Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995

COSTA, F.N. **Processo de execução de revestimento de fachada de argamassa: problemas e oportunidades de melhorias**, 2005. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BR-RS, 2005.

COSTA, F.L et al. Metodologia para verificação da ocorrência e evolução de fissuras em argamassas cimentícias. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.p.609-619.

D'HAVE, R. Factores affecting external vertical surfaces. General Report. In: RILEM/ASTM/CIB SYMPOSIUM ON EVOLUTION OF THE PERFORMANCE OF EXTERNAL VERTICAL SURFACES OF BUILDINGS, Proceedings... Helsinki, RILEM/ASTM/CIB, 1977.

DETRICHE, C.H.; MASO, J.C. Differential hydration in rendering mortars. **Cement and concrete research**. v.16, p.429-439, 1986.

DHEILLY, R.M. et al. Hydromagnesite development in magnesian lime mortars. **Materials Science and Engineering**, v.268, Issues 1-2, p. 127-131, 1999.

DUAILIBE, R.P.; CAVANI, G.R.; OLIVEIRA, M.C.B. Influência do tipo de projeção da argamassa na resistência de aderência à tração e permeabilidade à água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.p.508-517.

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – EPUSP. **Recomendações para a execução de revestimento de argamassas para paredes de vedação e tetos**. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP, ago. 1988. Documento 1.f, Projeto EP/EM 1.

FIORITO, J.S.I. **Manual de argamassa e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. São Paulo, PINI, 1994.

FÜLLER, W.B.; THOMPSON, S.E. The laws of proportioning concrete. In: PROCEEDINGS OF AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS, 1907, v.33, p.223-298.

GOMES, A.O.; NEVES, C.M.M. Projeto de execução do sistema de revestimento: uma contribuição prática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 5., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2003.p.95-110.

GONÇALVES, S.R.C.; BAUER, E. Estudo de caso de variação da resistência de aderência à tração em uma parede. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.p.562-567.

GONÇALVES, S.R.deC.; BAUER, E. Estudo de caso da variação da resistência de aderência à tração em uma parede. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.p.233-250.

GROOT, C. **Effects of water on mortar: brick bond**. Rotterdam: Technische Universiteit Delft, 1993, 185 p.

GROOT, C.J.W.P. Aspect of mortar: brick on. In: INTERNATIONAL BRICKLAND BLOCKMASONRY CONFERENCE, 8, Dublin, Sept. 19 – 21, 1988. **Proceedings...** Elsevier, 1988, v.1,p.175 – 181.

LAWRENCE, S.J.; CAO, H.T. An experimental study of the interface brick and mortar. In: NORTH AMERICAN MASONRY CONFERENCE, 4., Los Angeles, 1987. **Proceeding...** G.C. Hartanol & Kaviotis, 1987, p.48: 1-14.

LEJEUNE, C. Les enduits D'impermabilisation a base de liants hydrauliques. CSTB – MAGAZINE, n. 8, p.2-14, Juil. Aout 1982.

MACIEL, M.; MELHADO, S. Diretrizes para o detalhamento do projeto do revestimento de argamassa de fachada. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 3., 1999. Vitória. **Anais ...** Vitória: PPGE/ANTAC. 1999, p.769-780.

MASSETTO, T.T.; SILVA, F.B. da; BARROS, M.M.S.B.; SABBATINI, F.H. Novas Tecnologias de Produção de Revestimentos Verticais de Argamassa: Organização da Produção e Produtividade. In: ENTAC: qualidade no processo construtivo, 7, Florianópolis, 1998. **Anais...** Florianópolis, 1998, p.265-73.V. 1.

MOSQUEIRA, M.J.; BENÍTEZ, D.; PERRY, S.H. Pore structure in mortars applied on restoration: Effect on properties relevant to decay of granite building. **Cement and concrete research**. 2002, v.32, Issue 12, p.1883-1888.

MASUERO, A.B. Patologia das Edificações I. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2003. Notas de Aula

NASCIMENTO, O.,L et al. Estudo da influência de aditivo adesivo e de tipos de cimento na aderência chapisco em base de concreto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.p.497-507.

NIQUES, G. et al. Efeito do tempo de maturação na evolução da hidratação dos óxidos de uma cal dolomítica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 5., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2003.p.331-338.

PAES, I.N.L. **Avaliação do transporte de água em revestimentos de argamassa nos momentos iniciais pós-aplicação**. 2004 Tese (Doutorado em estruturas e construção civil), publicado, Brasília, Novembro 2004.

PAES, I.L.; BAUER, E.; CARASEK, H. Revestimento em argamassa: influência do substrato no transporte e fixação de água, nos momentos iniciais pós-aplicação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 5., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2003.p.557-568.

PAES, I.L.; BAUER, E.; CARASEK, H.; A influência da estrutura de poros de argamassas mistas e de blocos de concreto e cerâmico no desempenho dos revestimentos. In: SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.p.466-476.

PAGNUSSAT, D.T et al. Avaliação das manifestações patológicas em fachadas de prédio histórico na cidade de Porto Alegre. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 5., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2003.p.597-606.

PANDOLFO, L.M.et al. Propriedades das argamassas de revestimento produzidas com areia natural e areia de basalto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.p.53-58.

PEREIRA, P.C. **Influência da cura no desempenho de revestimentos produzidos com argamassas inorgânicas.**2000, Dissertação (Mestrado), publicado, Goiânia, 2000.

PRIMIANO, J. **Curso practico de edificacion** 8. ed. Buenos Aires: Construcciones Sudamericanas, 1958. p.401-412.

QUARCIONI, V.A.; CHOTOLI, F.; ALEIXO, D.M. Ensaio acelerado para simular a formação de eflorescência em argamassas endurecidas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 5., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2003.p.619-630.

QUARCIONI, V.A.; CINCOTTO, M.A.; Influência da cal em propriedades mecânicas de argamassas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.p.233-250.

QUARCIONE, V.A. et al. Caracterização da porosidade de argamassa mista endurecida de cimento e cal com vistas à durabilidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 4., 2001, Brasília. **Anais...** Brasília: ANTAC, 2001.p.471-484.

REUNION INTERNATIONAL DES LABORATORIES D'ESSAIS ET MATÉRIAUX - RILEM – MR 3 – 17: testing methods of mortar and rendering. France, 1982.

SABBATINI, F.H. Tecnologia de execução de revestimentos de argamassas. In: SIMPÓSIO DE APLICAÇÃO DE APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DO CONCRETO, 13., 1990, São Paulo. **Anais...**São Paulo: EPUSP, 1990. 32p.

SCARTEZINI, L.M.B. **Influência do tipo e preparo do substrato na aderência dos revestimentos de argamassa:** estudo da evolução ao longo da perda de água da argamassa fresca. 2002. Dissertação (mestrado em engenharia civil) publicado, Goiânia, 2002.

SCARTEZINI, L.M; CARASEK,H. Avaliação da perda de água da argamassa fresca para o substrato por sucção capilar. Influência da distribuição granulométrica da areia no comportamento dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 5., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2003.p.251-264.

SELMO, S.M.S. Agregados miúdos para argamassas de revestimento. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE AGREGADOS, 1., 1986, São Paulo. **Anais...**São Paulo: EPUSP, 1986. p.27-43.

- SILVA, M.A.C. **Execução de revestimentos com argamassa:** diretrizes para racionalização e controle da qualidade. São Paulo: Centro de Tecnologia de Edificação –CTE, 1991, 24 p.
- SILVA, A.S. et al. **Argamassas mistas de cimento e cal.** Florianópolis: UFSC, 2002. 30p.
- SILVA, N.; BUEST, G.T.; CAMPITELI, V.C.; **Argamassas com areia britada: influência dos finos e da forma das partículas.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ANTAC, 2005.p.12-22.
- SILVA, D.A et al. Argamassas intermediárias de cal e areias para revestimento: efeitos das características da areia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 5., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2003.p.317-329.
- SOIBELMAN, I. **As perdas de materiais na construção de edificações sua incidência e seu controle.** Porto Alegre, 1993. 127p. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993.
- SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras.** CTE, São Paulo: PINI, 1996.
- SOUZA, S.T.M; TORALLES-CARBONARI, B.M. Manifestações patológicas em casas populares de alvenaria de tijolos-padrão na região metropolitana de Londrina. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 3., 1999. Vitória. **Anais ...** Vitória: PPGEC/ANTAC. 1999, p.579-590.
- TANIGUTI, E.; MOTA, E.; NAKAKURA, E. Programa de melhorias em revestimento de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.p.922-930.
- TEMOCHE-ESQUIVEL, J.F. et al. Avaliação da influência das condições de execução do emboço na resistência de aderência do revestimento externo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.p.454-465.
- THOMAZ, E. **Trincas em edifícios:** causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini, 1989.
- TRISTÃO, F.A. et al. Uso de areia industrial de basalto em argamassas de revestimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.p.59-64.
- THEISING, E. M. Survey of 62: SCF committee. **Matériaux et Constructions**, v. 17, n. 98, p. 167-172, 1984.
- TRISTÃO F.A; ROMAN H.R. **Influência dos parâmetros morfológicos no volume de vazios das areias para argamassas.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.p.1-11.
- YAZIGI, W. **A técnica de edificar.** São Paulo: Pini, 2002.

UEMOTO, K. L. Patología: danos causados por eflorescência. In: \_\_\_\_\_ **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 561-564.

UEMOTO, K. L. Bolor em edifícios: causas e recomendações. In: \_\_\_\_\_ **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p. 565-574.

**APÊNDICE A – DIAGNÓSTICO DE CADA EMPRESA VISITADA NA  
CIDADE DE BENTO GONÇALVES**

## DIAGNÓSTICOS

Os diagnósticos das empresas de construção civil de Bentos Gonçalves aqui apresentados estão descritos por empresa, estas por sua vez, foram identificadas da letra A até F.

### 1 EMPRESA A

#### 1.1 PROJETO

A empresa não possui projeto. O serviço de revestimento em argamassa é planejado de modo informal pelo engenheiro e pedreiros.

Não há especificação do projeto para o revestimento em argamassa, portanto não são definidos os requisitos de desempenho, somente há uma distinção no número de camadas, que para o revestimento externo é camada única, e para o revestimento interno são duas camadas, emboço + reboco. A espessura das camadas é de 2,5 cm para o emboço e 0,5 cm para o reboco. Não há distinção de espessura de acordo com os locais de exposição.

A argamassa é fabricada no canteiro e o traço é determinado pelos pedreiros e os betoneiristas. O acabamento é definido pelo engenheiro. Os acabamentos mais utilizados pela empresa para os revestimentos externos são o cerâmico e a textura, e para os revestimentos internos é somente reboco ou emboço + massa corrida.

O chapisco é do tipo convencional. Os pedreiros são quem definem o traço, que é de 1:3 (cimento:areia) tanto para o chapisco externo como o interno, medidos em volume. A parte externa foi toda chapiscada (alvenaria e estrutura de concreto), na parte interna somente recebeu chapisco a estrutura de concreto.

O traço do emboço é definido pelos pedreiros e para o emboço externo é de 1:1:5 (cimento:cal:areia) e o interno é de 1:2:6 (cimento:cal:areia), e o reboco interno é de 1:3 e 1:2

(cal:areia). O reboco possui dois traços porque são duas equipes de revestimento, e cada uma tem seu traço.

No início da execução dos revestimentos de argamassa o traço do emboço era 1:4:16 (cimento:cal:areia), pretendiam usá-lo como camada única, mas após uns dias de aplicado começou a fissurar, então mudaram o traço e o número de camadas.

O cimento utilizado é o Cimento Portland Pozolânico CP IV 32. A cal utilizada é a Cal Hidráulica CH II. Para o chapisco é utilizada a areia grossa, para o emboço é utilizada a areia grossa e a média e para o reboco a areia fina (areia do Rio Jacuí, lavada). A areia não é peneirada. Não são utilizados aditivos. Água de amassamento é a da rede local, com alta pureza e temperatura ambiente.

Não é feita a cura do revestimento. O prazo de espera entre os serviços é de um dia entre o fim do chapisco e o início de emboço e de quinze dias entre o fim de emboço e o início de reboco.

Não são usadas juntas de movimentação. Também não são dados cuidados aos detalhes construtivos, com exceção do uso de peitoris com lacrimal e avanço lateral, não é previsto acesso aos locais de manutenção.

## 1.2 SUPRIMENTOS

Mão-de-Obra e Equipamentos de Produção: a mão-de-obra utilizada pela empresa é terceirizada, a contratação para os serviços é por m<sup>2</sup>. O dimensionamento das equipes de trabalho é feito a partir da mão-de-obra disponível e do prazo de entrega da obra. Quem dimensiona e faz a programação das atividades é o empreiteiro juntamente com o engenheiro, tendo-se em consideração sempre o prazo de entrega. O controle da mão-de-obra é feito a partir da quantidade e qualidade dos serviços executados. A avaliação dos empreiteiros e subcontratados é feita de modo informal. Não existe treinamento da mão-de-obra.

Materiais: a seleção de fornecedores é feita a partir da qualidade dos produtos e tomada de preços. A avaliação dos mesmos é feita de modo informal. Não existe padronização dos processos de solicitação e compra de materiais.

A empresa normalmente faz solicitação de materiais com antecedência para negociar melhores condições de preço e pagamento.

Controle de qualidade: não existe padronização dos procedimentos de recebimento e inspeção dos materiais. Um funcionário da empresa juntamente com o empreiteiro fazem o controle de recebimento do cimento através da verificação da quantidade especificada. A armazenagem do cimento é feita em local coberto e protegido da umidade, mas não é levada em consideração a quantidade de sacos por pilhas. A armazenagem da areia é feita no canteiro de obras, sem maiores cuidados (baia com fundo inclinado e drenado), ocasionando desperdício de materiais.

Equipamentos /Ferramentas: a empresa não fornece as ferramentas para a execução dos serviços. Não há estudo sobre a necessidade e utilização de ferramentas especiais e nem a disponibilidade de ferramentas especiais.

### 1.3 PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO

A preparação do substrato é feita através de verificações preliminares como remoção das pontas de ferro, das rebarbas entre as juntas da alvenaria, enchimento de falhas. A empresa sempre faz as tubulações embutidas, hidráulica e elétrica, antes da execução do revestimento, mas não há uma verificação desses elementos. A camada de chapisco é feita de modo convencional.

São utilizadas telas fixadas com argamassa. O prazo de início do encunhamento é de no mínimo trinta dias e o material utilizado é a argamassa expansora especificada pelo engenheiro. Não há padronização na execução de serviços.

### 1.4 PRODUÇÃO DA ARGAMASSA

Quem especifica e define a produção de argamassa é o empreiteiro. A mistura é mecânica e feita na central de argamassa. O transporte horizontal dos materiais da mistura é feito por meio de carrinho-de-mão. O transporte da argamassa pronta, na vertical é feito por meio de

guincho e na horizontal por meio de carrinho-de-mão. Não existe estudo sobre a movimentação de materiais e operários no canteiro. O armazenamento e a distribuição da mistura pronta é feita no próprio carrinho-de-mão.

O proporcionamento dos materiais é feito a partir de baldes e sacos. Não há dimensionamento de recipientes para cada material. Os recipientes não são identificados e a dosagem é feita em volume. Não existe indicação dos traços (transparência-quadro de traços) junto à central.

Não existe controle da umidade da areia. Não são usados aditivos. A mistura é feita em betoneira. O controle de água é feito a partir da perícia do betoneirista, que se guia pela consistência da argamassa.

Não existe controle tecnológico, pois a empresa não faz dosagens experimentais (laboratórios ou empíricas) nem ensaios (teor de ar incorporado, retenção de água, outros).

## 1.5 APLICAÇÃO DA ARGAMASSA

É feito o taliscamento. A forma de aplicação da argamassa é manual. O controle da aplicação é feito pelo empreiteiro e pedreiros. Não existe controle da produtividade.

O desempenho dos revestimentos é feito levando-se em consideração as exigências do tipo de acabamento final:

- a) revestimento cerâmico: desempenho somente com a régua;
- b) revestimento texturados e pintura em textura acrílica em duas ou mais demãos: desempenho com a régua, seguido de desempenho com desempenadeira de PVC;
- c) pintura com tintas minerais, látex PVA ou acrílico, sobre massa corrida ou textura acrílica em uma única demão: desempenho com desempenadeira de PVC, seguido de desempenadeira de espuma.

O controle, verificação e registro da espessura das camadas é feito a partir do esquadro e linha de prumada.

Não é feita a cura das argamassas de revestimento (proteção contra raios solares, vento, chuva) e também não são usadas juntas de dilatação. Nos dias quentes (com temperaturas altas) o substrato é mais umedecido.

As perdas (materiais, mão-de-obra, tempo, equipamentos, capital) não são medidas.

## 1.6. RECEBIMENTO DO SERVIÇO

A inspeção final do revestimento é feita de forma visual pelo mestre-de-obras. O revestimento não pode apresentar ondulações e fissuras, deve estar no prumo e apresentar acabamento homogêneo.

## 1.7 CORREÇÃO DE FALHAS

O diagnóstico das manifestações patológicas é feito pelo próprio engenheiro. Os locais mais frequentes são os últimos andares da edificação. Os principais tipos de problemas são fissuras e mapeamento. A frequência do aparecimento desses problemas é média. A empresa não possui estimativa do custo com as correções dos problemas. Não é frequente a manutenção dos empreendimentos entregues.

## **2 EMPRESA B**

### 2.1 PROJETO

A empresa não possui projeto. O serviço de revestimento em argamassa é planejado de modo informal pelo mestre-de-obras juntamente com engenheiro e pedreiros.

Não há especificação do projeto para o revestimento em argamassa, portanto não são definidos os requisitos de desempenho. Tanto para o revestimento externo como o interno, são

executados em uma única camada ou emboço. A espessura das camadas é de 2,5 cm para o emboço. Não há distinção de espessura de acordo com os locais de exposição.

A argamassa é fabricada no canteiro e o traço é determinado pelo engenheiro e o mestre-de-obras. O acabamento é definido pelo dono da construtora juntamente com o engenheiro. Os acabamentos mais utilizados pela empresa para os revestimentos externos são o cerâmico e a textura e para os revestimentos internos é somente reboco ou camada única + massa corrida.

O chapisco é do tipo convencional. O engenheiro e o mestre-de-obras é que definem o traço, que é de 1:2 (cimento:areia) para o chapisco externo e 1:3 para o chapisco interno, medidos em volume.

O traço do emboço ou camada única é definido pelo engenheiro e o mestre-de-obras e para o emboço externo é de 1:1:4 + aditivo (cimento:cal:areia) e o interno é de 1:1/2:6 + aditivo (cimento:cal:areia).

O cimento utilizado é o Cimento Portland Pozolânico CP IV 32. A cal utilizada é a Cal Hidráulica CH II. Para o chapisco é utilizada a areia grossa e para o emboço é utilizada a areia média (areia do Rio Jacuí). A areia e a cal são peneiradas. O aditivo utilizado é o plastificante. A água de amassamento é a da rede local, com alta pureza e temperatura ambiente.

Não é feita a cura do revestimento. O prazo de espera entre os serviços é de quinze dias entre o fim de chapisco e o início de emboço (camada única).

Não são usadas juntas. Também não são dados cuidados aos detalhes construtivos e não é previsto acesso aos locais de manutenção.

## 2.2 SUPRIMENTOS

Mão-de-Obra e Equipamentos de Produção: a mão-de-obra utilizada pela empresa é própria e terceirizada, a contratação para os serviços é por hora (mão-de-obra própria) e por m<sup>2</sup> (mão-de-obra terceirizada). O dimensionamento das equipes de trabalho é feito a partir da mão-de-obra disponível e do prazo de entrega da obra. Quem dimensiona e faz a programação das atividades é o mestre-de-obras juntamente com o engenheiro, tendo-se em consideração sempre o prazo de entrega. O controle da mão-de-obra é feito a partir da quantidade e

qualidade dos serviços executados. A avaliação dos empreiteiros e subcontratados é feita de modo informal. Não existe treinamento da mão-de-obra.

**Materiais:** a seleção de fornecedores é feita a partir da qualidade dos produtos e tomada de preços. A avaliação dos mesmos é feita de modo informal. Não existe padronização dos processos de solicitação e compra de materiais. A empresa normalmente faz solicitação de materiais com antecedência para negociar melhores condições de preço e pagamento.

**Controle de qualidade:** não existe padronização dos procedimentos de recebimento e inspeção dos materiais. O mestre-de-obras faz o controle de recebimento do cimento através da verificação da quantidade especificada e a areia pela cubagem e inspeção visual. A armazenagem do cimento é feita em local coberto e protegido da umidade. A armazenagem da areia é feita no canteiro de obras, sem maiores cuidados (baia com fundo inclinado e drenado), ocasionando desperdício de materiais. Ao receber a cal, alguns sacos são peneirados para verificar se existem grãos não hidratados.

**Equipamentos /Ferramentas:** a empresa fornece as ferramentas para a execução dos serviços somente para os seus empregados. Não há estudo sobre a necessidade e utilização de ferramentas especiais e nem a disponibilidade de ferramentas especiais.

## 2.3 PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO

A preparação do substrato é feita através de verificações preliminares como remoção das pontas de ferro, das rebarbas entre as juntas da alvenaria, enchimento de falhas. A empresa sempre faz as tubulações embutidas, hidráulica e elétrica, antes da execução do revestimento, mas não há uma verificação desses elementos. A camada de chapisco é feita de modo convencional.

São utilizadas telas fixadas com própria argamassa. O prazo de início do encunhamento é de no mínimo trinta dias e o material utilizado é a argamassa. Não há padronização na execução de serviços.

## 2.4 PRODUÇÃO DA ARGAMASSA

Quem especifica e define a produção de argamassa é o mestre de obra e o engenheiro. A mistura é mecânica e feita na central de argamassa. O transporte horizontal dos materiais da mistura é feito por meio de carrinho de mão. O transporte da argamassa pronta, na vertical é feito por meio de elevador e na horizontal por meio de jiricas. Não existe estudo sobre a movimentação de materiais e operários no canteiro. A distribuição da mistura pronta é feita conforme a necessidade e o armazenamento da argamassa é feito nos masseiros.

O proporcionamento dos materiais é feito em padiolas (areia), sacos (cimento e cal) e tampas (aditivo). É medido o volume de areia em padiolas e depois é feita uma equivalência em carrinhos de mão, para facilitar o transporte. Os recipientes não são identificados e a dosagem é feita em volume. Existe indicação dos traços (transparência-quadro de traços) junto à central.

Não existe controle da umidade da areia. São usados aditivos plastificantes e a mistura é feita em betoneira. O controle de água é feito a partir da perícia do betoneirista, que se guia pela consistência da argamassa.

Não existe controle tecnológico, pois a empresa não faz dosagens experimentais (laboratórios ou empíricas) nem ensaios (teor de ar incorporado, retenção de água, outros).

## 2.5 APLICAÇÃO DA ARGAMASSA

É feito inicialmente o taliscamento, em seguida são feitas as mestras. A forma de aplicação da argamassa é manual. O controle da aplicação é feito pelo mestre e pedreiros. Não existe controle da produtividade. Os critérios de trabalhabilidade para o revestimento de argamassa de camada única é que a argamassa tenha uma consistência que facilite sua aplicação com a colher (não seja muito coesa, pois não larga a colher e nem muito fluida, pois é difícil de aplicar), que quando a superfície for reguada ela fique plana e quando desempenada que fique lisa e bem acabada.

O desempenho dos revestimentos é feito levando-se em consideração as exigências do tipo de acabamento final:

- a) revestimento cerâmico: desempenho somente com a régua;
- b) revestimento texturados e pintura em textura acrílica em duas ou mais demãos: desempenho com a régua, seguido de desempenho com PVC;
- c) pintura com tintas minerais, látex PVA ou acrílico, sobre massa corrida ou textura acrílica em uma única demão: desempenho com desempenadeira de PVC, seguido de desempenho com espuma.

O controle, verificação e registro da espessura das camadas é feito a partir do esquadro e linha de prumada.

Não é feita a cura das argamassas de revestimento (proteção contra raios solares, vento, chuva) e também não são usadas juntas de dilatação. Nos dias quentes (com temperaturas altas) o substrato é mais umedecido.

As perdas (materiais, mão-de-obra, tempo, equipamentos, capital) não são medidas.

## 2.6 RECEBIMENTO DO SERVIÇO

A inspeção final do revestimento é feita de forma visual pelo mestre-de-obras. O revestimento não pode apresentar ondulações e fissuras, deve estar no prumo e apresentar acabamento homogêneo.

## 2.7 CORREÇÃO DE FALHAS

O diagnóstico das manifestações patológicas é feito pelo próprio engenheiro. Os locais mais freqüentes são os últimos andares da edificação. Os principais tipos de problemas são fissuras, mapeamento e hidratação tardia da cal. A freqüência do aparecimento desses problemas é média. A empresa não possui estimativa do custo com as correções dos problemas. Não é freqüente a manutenção dos empreendimentos entregues.

## 3 EMPRESA C

### 3.1 PROJETO

A empresa não possui projeto. O serviço de revestimento em argamassa é planejado de modo informal pelo mestre-de-obras juntamente com engenheiro e pedreiros.

Não há especificação do projeto para o revestimento em argamassa, portanto não são definidos os requisitos de desempenho, somente há uma distinção no número de camadas, que para o revestimento externo é uma única camada, emboço, e para o revestimento interno são duas camadas, emboço + reboco. A espessura das camadas é de 0,5 cm para o chapisco, 2,0 cm para o emboço e 0,5 cm para o reboco. Não há distinção de espessura de acordo com os locais de exposição.

A argamassa é a fabricada no canteiro e o traço é determinado pelo mestre-de-obras e o betoneirista. O acabamento é definido pelo dono da construtora juntamente com o engenheiro. Os acabamentos mais utilizados pela empresa para os revestimentos externos são o cerâmico e a textura e para os revestimentos internos é somente reboco ou emboço+massa corrida.

O chapisco é do tipo convencional. O mestre-de-obras é que define o traço, que é de 1:3 (cimento:areia) para o chapisco externo e 1:4 para o chapisco interno, medidos em volume.

O traço do emboço é definido pelo mestre-de-obras e tanto para o emboço externo como o interno é de 1:1,6:5,2 (cimento:cal:areia), e o reboco interno é de 1:2,5.

O cimento utilizado é o Cimento Portland Pozolânico CP IV 32. A cal utilizada é a Cal Hidratada CHII. Para o chapisco é utilizada a areia grossa, para o emboço é utilizada a areia média e para o reboco a areia fina (areia do Rio Jacuí.). A areia é peneirada. Não são utilizados aditivos. Água de amassamento é a da rede local, com alta pureza e temperatura ambiente.

Não é feita a cura do revestimento. O prazo de espera entre os serviços é de no mínimo três dias entre o fim de chapisco e o início de emboço e de trinta dias entre o fim de emboço e o início de reboco.

Não são usadas juntas de movimentação. Também não são dados cuidados aos detalhes construtivos e não é previsto acesso aos locais de manutenção.

### 3.2 SUPRIMENTO

Mão-de-Obra e Equipamentos de Produção: a mão-de-obra utilizada pela empresa é própria, a contratação para os serviços é por hora. O dimensionamento das equipes de trabalho é feito a partir da mão-de-obra disponível e do prazo de entrega da obra. Quem dimensiona e faz a programação das atividades é o mestre-de-obras juntamente com o dono da construtora, tendo-se em consideração sempre o prazo de entrega. O controle da mão-de-obra é feito a partir da quantidade e qualidade dos serviços executados. A avaliação dos empreiteiros e subcontratados é feita de modo informal. Não existe treinamento da mão-de-obra.

Materiais: a seleção de fornecedores é feita a partir da qualidade dos produtos e tomada de preços. A avaliação dos mesmos é feita de modo informal. Não existe padronização dos processos de solicitação e compra de materiais. A empresa normalmente faz solicitação de materiais com antecedência para negociar melhores condições de preço e pagamento.

Controle de qualidade: não existe padronização dos procedimentos de recebimento e inspeção dos materiais. O mestre-de-obras faz o controle de recebimento do cimento através da verificação da quantidade especificada e a areia pela cubagem e inspeção visual. A armazenagem do cimento é feita em local coberto e protegido da umidade. A armazenagem da areia é feita no canteiro de obras, sem maiores cuidados (baia com fundo inclinado e drenado), ocasionando desperdício de materiais.

Equipamentos /Ferramentas: a empresa fornece as ferramentas para a execução dos serviços. Não há estudo sobre a necessidade e utilização de ferramentas especiais e nem a disponibilidade de ferramentas especiais.

### 3.3 PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO

A preparação do substrato é feita através de verificações preliminares como remoção das pontas de ferro, das rebarbas entre as juntas da alvenaria, enchimento de falhas. A empresa sempre faz as tubulações embutidas, hidráulica e elétrica, antes da execução do revestimento, mas não há uma verificação desses elementos. A camada de chapisco é feita de modo convencional.

Não são utilizadas telas, somente a argamassa devidamente encasquilhada. O prazo de início do encunhamento é de no mínimo trinta dias e o material utilizado é a argamassa expansora especificada pelo engenheiro. Não há padronização na execução de serviços.

### 3.4 PRODUÇÃO DA ARGAMASSA

Quem especifica e define a produção de argamassa é o mestre-de-obras e o engenheiro. A mistura é mecânica e feita na central de argamassa. O transporte horizontal dos materiais da mistura é feito por meio de carrinho de mão. O transporte da argamassa pronta, na vertical é feito por meio de elevador e na horizontal por meio de carrinho de mão. Não existe estudo sobre a movimentação de materiais e operários no canteiro. O armazenamento e a distribuição da mistura pronta são feitos no próprio carrinho de mão.

O proporcionamento dos materiais é feito a partir de baldes ou pás e sacos. Não há dimensionamento de recipientes para cada material. Os recipientes não são identificados e a dosagem é feita em volume. Não existe indicação dos traços (transparência-quadro de traços) junto à central.

Não existe controle da umidade da areia. Não são usados aditivos. A mistura é feita em betoneira. O controle de água é feito a partir da perícia do betoneirista, que se guia pela consistência da argamassa.

Não existe controle tecnológico, pois a empresa não faz dosagens experimentais (laboratórios ou empíricas) nem ensaios (teor de ar incorporado, retenção de água, outros).

### 3.5 APLICAÇÃO DA ARGAMASSA

É feito o taliscamento. A forma de aplicação da argamassa é manual. O controle da aplicação é feito pelo mestre e pedreiros. Não existe controle da produtividade.

O desempenho dos revestimentos é feito levando-se em consideração as exigências do tipo de acabamento final:

- a) revestimento cerâmico: desempenho somente com a régua;
- b) revestimento texturados e pintura em textura acrílica em duas ou mais demãos: desempenho com a régua, seguido de desempenho com PVC;
- c) pintura com tintas minerais, látex PVA ou acrílico, sobre massa corrida ou textura acrílica em uma única demão: desempenho com PVC, seguido de desempenho com espuma.

O controle, verificação e registro da espessura das camadas são feitos a partir do esquadro e linha de prumada.

Não é feita a cura das argamassas de revestimento (proteção contra raios solares, vento, chuva) e também não são usadas juntas de dilatação. Nos dias quentes (com temperaturas altas) o substrato é mais umedecido.

As perdas (materiais, mão-de-obra, tempo, equipamentos e capital) não são medidas.

### 3.6 Recebimento do Serviço

A inspeção final do revestimento é feita de forma visual pelo mestre-de-obras. O revestimento não pode apresentar ondulações e fissuras, deve estar no prumo e apresentar acabamento homogêneo.

### 3.7 CORREÇÃO DE FALHAS

O diagnóstico das manifestações patológicas é feito pelo próprio engenheiro. Os locais mais freqüentes são os últimos andares da edificação e o para-peito das sacadas. Os principais tipos de problemas são fissuras, mapeamento e penetração de umidade. A freqüência do aparecimento desses problemas é média. A empresa não possui estimativa do custo com as correções dos problemas. Não é freqüente a manutenção dos empreendimentos entregues.

## 4 EMPRESA D

### 4.1 PROJETO

A empresa não possui projeto. O serviço de revestimento em argamassa é planejado de modo informal pelo mestre-de-obras juntamente com engenheiro e pedreiros.

Não há especificação do projeto para o revestimento em argamassa, portanto não são definidos os requisitos de desempenho, somente há uma distinção no número de camadas, que para o revestimento externo é uma única camada, emboço, e para o revestimento interno são duas camadas, emboço + reboco. A espessura das camadas é de 2,5 cm para o emboço e 0,5 cm para o reboco. Não há distinção de espessura de acordo com os locais de exposição.

A argamassa é a fabricada no canteiro e o traço é determinado pelo mestre-de-obras e o betoneirista. O acabamento é definido pelo dono da construtora juntamente com o engenheiro. Os acabamentos mais utilizados pela empresa para os revestimentos externos são o cerâmico e a textura e para os revestimentos internos é somente reboco ou emboço+massa corrida.

O chapisco é do tipo convencional. O mestre-de-obras é que define o traço, que é de 1:3 (cimento:areia) para o chapisco externo e interno, medidos em volume.

O traço do emboço é definido pelo mestre-de-obras e para o emboço externo o traço é 1:1:3,5 e para o revestimento interno é de 1:2,5:5 (cimento:cal:areia), e o reboco interno é de 1:3.

O cimento utilizado é o Cimento Portland Pozolânico CP IV 32. A cal utilizada é a Cal Hidratada CHII. Para o chapisco é utilizada a areia grossa, para o emboço é utilizada a areia média e para o reboco a areia fina (areia do Rio Jacuí,). A areia é peneirada. Não são utilizados aditivos. Água de amassamento é a da rede local, com alta pureza e temperatura ambiente.

Não é feita a cura do revestimento. O prazo de espera entre os serviços é de no um dia entre o fim de chapisco e o início de emboço e de sete dias entre o fim de emboço e o início do reboco.

Não são usadas juntas de movimentação. Também não são dados cuidados aos detalhes construtivos e não é previsto acesso aos locais de manutenção.

## 4.2 SUPRIMENTO

Mão-de-Obra e Equipamentos de Produção: a mão-de-obra utilizada pela empresa é própria, a contratação para os serviços é por hora. O dimensionamento das equipes de trabalho é feito a partir da mão-de-obra disponível e do prazo de entrega da obra. Quem dimensiona e faz a programação das atividades é o mestre-de-obras juntamente com o dono da construtora, tendo-se em consideração sempre o prazo de entrega. O controle da mão-de-obra é feito a partir da quantidade e qualidade dos serviços executados. A avaliação dos empreiteiros e subcontratados é feita de modo informal. Não existe treinamento da mão-de-obra.

Materiais: a seleção de fornecedores é feita a partir da qualidade dos produtos e tomada de preços. A avaliação dos mesmos é feita de modo informal. Não existe padronização dos processos de solicitação e compra de materiais. A empresa normalmente faz solicitação de materiais com antecedência para negociar melhores condições de preço e pagamento.

Controle de qualidade: não existe padronização dos procedimentos de recebimento e inspeção dos materiais. O mestre-de-obras faz o controle de recebimento do cimento através da verificação da quantidade especificada e a areia pela cubagem e inspeção visual. A

armazenagem do cimento é feita em local coberto e protegido da umidade. A armazenagem da areia é feita no canteiro de obras, sem maiores cuidados (baia com fundo inclinado e drenado), ocasionando desperdício de materiais.

Equipamentos /Ferramentas: a empresa fornece as ferramentas para a execução dos serviços. Não há estudo sobre a necessidade e utilização de ferramentas especiais e nem a disponibilidade de ferramentas especiais.

### 4.3 PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO

A preparação do substrato é feita através de verificações preliminares como remoção das pontas de ferro, das rebarbas entre as juntas da alvenaria, enchimento de falhas. A empresa sempre faz as tubulações embutidas, hidráulica e elétrica, antes da execução do revestimento, mas não há uma verificação desses elementos. A camada de chapisco é feita de modo convencional.

Não são utilizadas telas, somente a argamassa devidamente encasquilhada. O prazo de início do encunhamento é de no mínimo trinta dias e o material utilizado é a argamassa expansora especificada pelo engenheiro. Não há padronização na execução de serviços.

### 4.4 PRODUÇÃO DA ARGAMASSA

Quem especifica e define a produção de argamassa é o mestre-de-obras e o engenheiro. A mistura é mecânica e feita na central de argamassa. O transporte horizontal dos materiais da mistura é feito por meio de carrinho de mão. O transporte da argamassa pronta, na vertical é feito por meio de elevador e na horizontal por meio de carrinho de mão. Não existe estudo sobre a movimentação de materiais e operários no canteiro. O armazenamento e a distribuição da mistura pronta são feitos no próprio carrinho de mão.

O proporcionamento dos materiais é feito a partir de baldes ou pás e sacos. Não há dimensionamento de recipientes para cada material. Os recipientes não são identificados e a

dosagem é feita em volume. Não existe indicação dos traços (transparência-quadro de traços) junto à central.

Não existe controle da umidade da areia. Não são usados aditivos. A mistura é feita em betoneira. O controle de água é feito a partir da perícia do betoneirista, que se guia pela consistência da argamassa.

Não existe controle tecnológico, pois a empresa não faz dosagens experimentais (laboratórios ou empíricas) nem ensaios (teor de ar incorporado, retenção de água, outros).

#### 4.5 APLICAÇÃO DA ARGAMASSA

É feito o taliscamento. A forma de aplicação da argamassa para o revestimento externo é manual e para o revestimento interno é mecânica. O controle da aplicação é feito pelo mestre e pedreiros. Não existe controle da produtividade.

O desempenho dos revestimentos é feito levando-se em consideração as exigências do tipo de acabamento final:

- a) revestimento cerâmico: desempenho somente com a régua;
- b) revestimento texturados e pintura em textura acrílica em duas ou mais demãos: desempenho com a régua, seguido de desempenho com PVC;
- c) pintura com tintas minerais, látex PVA ou acrílico, sobre massa corrida ou textura acrílica em uma única demão: desempenho com PVC, seguido de desempenho com espuma.

O controle, verificação e registro da espessura das camadas são feitos a partir do esquadro e linha de prumada.

Não é feita a cura das argamassas de revestimento (proteção contra raios solares, vento, chuva) e também não são usadas juntas de dilatação. Nos dias quentes (com temperaturas altas) o substrato é mais umedecido.

As perdas (materiais, mão-de-obra, tempo, equipamentos e capital) não são medidas.

## 4.6 RECEBIMENTO DO SERVIÇO

A inspeção final do revestimento é feita de forma visual pelo mestre-de-obras. O revestimento não pode apresentar ondulações e fissuras, deve estar no prumo e apresentar acabamento homogêneo.

## 4.7 CORREÇÃO DE FALHAS

O diagnóstico das manifestações patológicas é feito pelo próprio engenheiro. Os locais mais freqüentes são os últimos andares da edificação, sacadas e regiões em contato com o solo. Os principais tipos de problemas são fissuras, mapeamento e penetração de umidade. A freqüência do aparecimento desses problemas é pequena. A empresa não possui estimativa do custo com as correções dos problemas. Não é freqüente a manutenção dos empreendimentos entregues.

# 5 EMPRESA E

## 5.1 PROJETO

A empresa não possui projeto. O serviço de revestimento em argamassa é planejado de modo informal pelo mestre-de-obras juntamente com engenheiro e pedreiros.

Não há especificação do projeto para o revestimento em argamassa, portanto não são definidos os requisitos de desempenho, somente há uma distinção no número de camadas, que para o revestimento externo é uma única camada, emboço, e para o revestimento interno são duas camadas, emboço + reboco. A espessura das camadas é de 0,5 cm para o chapisco, 2,5 cm para o emboço e 0,5 cm para o reboco. Não há distinção de espessura de acordo com os locais de exposição.

A argamassa é a fabricada no canteiro e o traço é determinado pelo engenheiro. O acabamento é definido pelo dono da construtora juntamente com o engenheiro. Os acabamentos mais utilizados pela empresa para os revestimentos externos são o cerâmico e a textura e para os revestimentos internos é somente reboco ou emboço+massa corrida.

O chapisco é do tipo convencional. O mestre-de-obras é que define o traço, que é de 1:3 (cimento:areia) para o chapisco externo e 1:4 para o chapisco interno, medidos em volume.

O traço do emboço é definido pelo engenheiro e tanto para o emboço externo como o interno é de 1:1:6 (cimento:cal:areia), e o reboco interno é de 1:3.

O cimento utilizado é o Cimento Portland Pozolânico CP IV 32. A cal utilizada é a Cal Hidratada CHIII. Para o chapisco é utilizada a areia grossa, para o emboço é utilizada a areia média e para o reboco a areia fina (areia do Rio Jacuí.). A areia é peneirada. Não são utilizados aditivos. Água de amassamento é a da rede local, com alta pureza e temperatura ambiente.

Não é feita a cura do revestimento. O prazo de espera entre os serviços é de no mínimo três dias entre o fim de chapisco e o início de emboço e de dez dias entre o fim de emboço e o início de reboco.

Não são usadas juntas de movimentação. Também não são dados cuidados aos detalhes construtivos e não é previsto acesso aos locais de manutenção.

## 5.2 SUPRIMENTO

Mão-de-Obra e Equipamentos de Produção: a mão-de-obra utilizada pela empresa é própria e terceirizada, a contratação para os serviços é por hora e por m<sup>2</sup>, respectivamente. O dimensionamento das equipes de trabalho é feito a partir da mão-de-obra disponível e do prazo de entrega da obra. Quem dimensiona e faz a programação das atividades é o mestre-de-obras juntamente com o dono da construtora, tendo-se em consideração sempre o prazo de entrega. O controle da mão-de-obra é feito a partir da quantidade e qualidade dos serviços

executados. A avaliação dos empreiteiros e subcontratados é feita de modo informal. Não existe treinamento da mão-de-obra.

**Materiais:** a seleção de fornecedores é feita a partir da qualidade dos produtos e tomada de preços. A avaliação dos mesmos é feita de modo informal. Não existe padronização dos processos de solicitação e compra de materiais. A empresa normalmente faz solicitação de materiais com antecedência para negociar melhores condições de preço e pagamento.

**Controle de qualidade:** não existe padronização dos procedimentos de recebimento e inspeção dos materiais. O mestre-de-obras faz o controle de recebimento do cimento através da verificação da quantidade especificada e a areia pela cubagem e inspeção visual. A armazenagem do cimento é feita em local coberto e protegido da umidade. A armazenagem da areia é feita no canteiro de obras, sem maiores cuidados (baia com fundo inclinado e drenado), ocasionando desperdício de materiais.

**Equipamentos /Ferramentas:** a empresa fornece as ferramentas para a execução dos serviços. Não há estudo sobre a necessidade e utilização de ferramentas especiais e nem a disponibilidade de ferramentas especiais.

### 5.3 PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO

A preparação do substrato é feita através de verificações preliminares como remoção das pontas de ferro, das rebarbas entre as juntas da alvenaria, enchimento de falhas. A empresa sempre faz as tubulações embutidas, hidráulica e elétrica, antes da execução do revestimento, mas não há uma verificação desses elementos. A camada de chapisco é feita de modo convencional.

São utilizadas telas fixadas com parafusos. O prazo de início do encunhamento é de no mínimo trinta dias e o material utilizado é a argamassa expansora especificada pelo engenheiro. Não há padronização na execução de serviços.

## 5.4 PRODUÇÃO DA ARGAMASSA

Quem especifica e define a produção de argamassa é o engenheiro. A mistura é mecânica e feita na central de argamassa. O transporte horizontal dos materiais da mistura é feito por meio de carrinho de mão. O transporte da argamassa pronta, na vertical é feito por meio de guincho e na horizontal por meio de carrinho de mão. Não existe estudo sobre a movimentação de materiais e operários no canteiro. A distribuição da mistura pronta é feita no próprio carrinho de mão e o armazenamento em masseiros.

O proporcionamento dos materiais é feito em padiolas (areia) e sacos (cimento e cal). Os recipientes não são identificados e a dosagem é feita em volume. Existe indicação dos traços (transparência-quadro de traços) junto à central.

Não existe controle da umidade da areia. Não são usados aditivos. A mistura é feita em betoneira. O controle de água é feito a partir da perícia do betoneirista, que se guia pela consistência da argamassa.

Não existe controle tecnológico, pois a empresa não faz dosagens experimentais (laboratórios ou empíricas) nem ensaios (teor de ar incorporado, retenção de água, outros).

## 5.5 APLICAÇÃO DA ARGAMASSA

É feito o taliscamento. A forma de aplicação da argamassa é manual. O controle da aplicação é feito pelo mestre e pedreiros. Não existe controle da produtividade.

O desempenho dos revestimentos é feito levando-se em consideração as exigências do tipo de acabamento final:

- a) revestimento cerâmico: desempenho somente com a régua;
- b) revestimento texturados e pintura em textura acrílica em duas ou mais demãos: desempenho com a régua, seguido de desempenho com PVC;

- c) pintura com tintas minerais, látex PVA ou acrílico, sobre massa corrida ou textura acrílica em uma única demão: desempenho com PVC, seguido de desempenho com espuma.

O controle, verificação e registro da espessura das camadas são feitos a partir do esquadro e linha de prumada.

Não é feita a cura das argamassas de revestimento (proteção contra raios solares, vento, chuva) e também não são usadas juntas de dilatação. Nos dias quentes (com temperaturas altas) o substrato é mais umedecido.

As perdas (materiais, mão-de-obra, tempo, equipamentos e capital) não são medidas.

## 5.6 RECEBIMENTO DO SERVIÇO

A inspeção final do revestimento é feita de forma visual pelo mestre-de-obras. O revestimento não pode apresentar ondulações e fissuras, deve estar no prumo e apresentar acabamento homogêneo.

## 5.7 CORREÇÃO DE FALHAS

O diagnóstico das manifestações patológicas é feito pelo próprio engenheiro. Os locais mais freqüentes são os últimos andares da edificação. Os principais tipos de problemas são fissuras e eventualmente descolamento do revestimento. A freqüência do aparecimento desses problemas é baixa. A empresa não possui estimativa do custo com as correções dos problemas. Não é freqüente a manutenção dos empreendimentos entregues.

## 6 EMPRESA F

### 6.1 PROJETO

A empresa não possui projeto. O serviço de revestimento em argamassa é planejado pelo engenheiro, o qual mantém o controle a partir das planilhas de instrução de serviços e manual contendo as instruções para execução dos serviços.

Não há especificação do projeto para o revestimento em argamassa, portanto não são definidos os requisitos de desempenho, somente há uma distinção no número de camadas, que para o revestimento externo é uma única camada, emboço, e para o revestimento interno são duas camadas, emboço + reboco. A espessura das camadas é de 0,5 cm para o chapisco, 1,5 a 2,5 cm para o emboço e 0,5 cm para o reboco. Não há distinção de espessura de acordo com os locais de exposição.

A argamassa é industrializada e o traço é determinado pela empresa fornecedora da argamassa juntamente com o engenheiro da obra. O acabamento é definido pelo dono da construtora juntamente com o arquiteto. Os acabamentos mais utilizados pela empresa para os revestimentos externos são o cerâmico e a textura e para os revestimentos internos é somente reboco ou emboço+massa corrida.

O chapisco é do tipo convencional, industrializado. Quem define o traço é a empresa fornecedora.

Nas obras em que a argamassa é produzida no canteiro de obras o traço do chapisco e do emboço estão especificados em um manual que é dado ao mestre-de-obras. O cimento utilizado é o Cimento Portland Pozolânico CP IV 32. A cal utilizada é a Cal Hidratada CHII. Para o chapisco é utilizada a areia grossa, para o emboço é utilizada a areia média e para o reboco a areia fina (areia do Rio Jacuí). A areia é peneirada. Não são utilizados aditivos. Água de amassamento é a da rede local, com alta pureza e temperatura ambiente.

Não é feita a cura do revestimento. O prazo de espera entre os serviços é de no mínimo três dias entre o fim de chapisco e o início de emboço e de trinta dias entre o fim de emboço e o início de reboco.

Não são usadas juntas de movimentação. São dados cuidados aos detalhes construtivos, como verga e contra-verga, peitoril com lacrimal e avanço lateral, não é previsto acesso aos locais de manutenção, apenas são deixados ganchos para a instalação de equipamentos para a limpeza.

## 6.2 SUPRIMENTO

Mão-de-Obra e Equipamentos de Produção: a mão-de-obra utilizada pela empresa é própria, a contratação para os serviços é por hora. O dimensionamento das equipes de trabalho é feito a partir do rendimento da mão-de-obra, do prazo de entrega da obra, cronograma - caminho crítico, e da quantidade de argamassa entregue no dia. Quem dimensiona e faz a programação das atividades é o engenheiro juntamente com o mestre-de-obras, tendo-se em consideração sempre o prazo de entrega. O controle da mão-de-obra é feito a partir da quantidade e qualidade dos serviços executados. O treinamento da mão-de-obra é feito por um técnico devidamente habilitado.

Materiais: a seleção de fornecedores é feita a partir da qualidade dos produtos, tomada de preços e prazo de entrega. A avaliação dos mesmos é feita de modo informal. Os processos de solicitação e compra de materiais são padronizados. A empresa normalmente faz solicitação de materiais com antecedência para negociar melhores condições de preço e pagamento.

Controle de qualidade: a argamassa industrializada é recebida pelo mestre-de-obras, o qual confere, através da nota fiscal, os dados pertinentes a mesma.

Equipamentos /Ferramentas: a empresa fornece as ferramentas para a execução dos serviços. Não há estudo sobre a necessidade e utilização de ferramentas especiais e nem a disponibilidade de ferramentas especiais, com exceção do aplicador mecânico.

### 6.3 PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO

A preparação do substrato é feita através de verificações preliminares como remoção das pontas de ferro, das rebarbas entre as juntas da alvenaria, enchimento de falhas. A empresa sempre faz as tubulações embutidas, hidráulica e elétrica, antes da execução do revestimento. A camada de chapisco é feita de modo convencional e aplicada de forma mecânica.

São utilizadas telas para amarração da alvenaria/estrutura de concreto, nas caixas elétricas, e a fixação é feita com uso de prego ou parafuso. O prazo de início do encunhamento é de no mínimo sete dias e o material utilizado é a argamassa expansora especificada pelo engenheiro. A execução dos serviços é padronizada e a documentação dos processos é feita a partir de uma lista contendo as instruções de serviço.

### 6.4 PRODUÇÃO DA ARGAMASSA

Nas obras em que a argamassa é produzida no canteiro de obras quem especifica e define a produção de argamassa é o engenheiro. A mistura é mecânica e feita na central de argamassa. O transporte horizontal dos materiais da mistura é feito por meio de carrinho de mão. O transporte da argamassa pronta, na vertical é feito por meio de elevador e na horizontal por meio de carrinhos especiais, dimensionados para armazenamento e transporte. A movimentação de materiais e operários no canteiro é pré-estabelecida a partir do estudo do layout do canteiro.

O proporcionamento dos materiais é feito a partir de recipientes devidamente dimensionados. Os recipientes são identificados e a dosagem é feita em volume. Os traços estão indicados em um manual que fica com o mestre-de-obras.

Não existe controle da umidade da areia. Não são usados aditivos. A mistura é feita em betoneira. O controle de água é feito a partir da perícia do betoneirista, que se guia pela consistência da argamassa.

Não existe controle tecnológico, pois a empresa não faz dosagens experimentais (laboratórios ou empíricas) nem ensaios (teor de ar incorporado, retenção de água, outros).

## 6.5 APLICAÇÃO DA ARGAMASSA

É feito o taliscamento em toda a edificação, em seguida são executadas todas as mestras e somente após é aplicada a argamassa. A forma de aplicação da argamassa é manual para o revestimento externo, e para o revestimento interno a argamassa é aplicada de forma mecânica. O controle da aplicação é feito pelo mestre e pedreiros, e o controle da produtividade se dá em função da argamassa industrializada recebida no dia.

O desempenho dos revestimentos é feito levando-se em consideração as exigências do tipo de acabamento final:

- a) revestimento cerâmico: desempenho somente com a régua;
- b) revestimento texturados e pintura em textura acrílica em duas ou mais demãos: desempenho com a régua, seguido de desempenho com PVC;
- c) pintura com tintas minerais, látex PVA ou acrílico, sobre massa corrida ou textura acrílica em uma única demão: desempenho com PVC, seguido de desempenho com espuma.

O controle, verificação e registro da espessura das camadas são feitos a partir do esquadro e linha de prumada.

Não é feita a cura das argamassas de revestimento (proteção contra raios solares, vento, chuva) e também não são usadas juntas de dilatação em todas as obras. Nos dias quentes (com temperaturas altas) o substrato é mais umedecido.

As perdas (materiais, mão-de-obra, tempo, equipamentos e capital) são medidas a partir das diferenças entre os insumos orçados e os utilizados.

## 6.6 RECEBIMENTO DO SERVIÇO

A inspeção final do revestimento é feita de forma visual pelo mestre-de-obras e o engenheiro. O revestimento não pode apresentar ondulações e fissuras, deve estar no prumo e apresentar acabamento homogêneo.

## 6.7 CORREÇÃO DE FALHAS

O diagnóstico das manifestações patológicas é feito pelo próprio engenheiro. Os locais mais freqüentes são os últimos andares da edificação, sacadas e platibandas. Os principais tipos de problemas são fissuras, mapeamento e penetração de umidade. A freqüência do aparecimento desses problemas é baixa. A empresa não possui estimativa do custo com as correções dos problemas. Não é freqüente a manutenção dos empreendimentos entregues.

## **ANEXO A – QUESTIONÁRIO**

## **QUESTIONÁRIO UTILIZADO PARA O DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DE REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA NA CIDADE DE BENTO GONÇALVES/RS**

O questionário utilizado, de autoria de Costa (2005), está dividido em sete partes, formadas por perguntas referentes ao projeto, suprimentos, preparação do substrato, produção da argamassa, aplicação da argamassa, recebimento do serviço e correção de falhas.

### **PROJETO**

#### **❖ Formalização do projeto:**

#### **❖ Como o serviço revestimento externo em argamassa é planejado?**

- Existe projeto de revestimento?
- A empresa possui projeto do produto? (em caso positivo, o que consta, solicitar cópia do projeto)
  - Projeto formal ou informal?
  - Quem faz o projeto?
- Que tipo de documentação existe sobre o processo (por exemplo, procedimentos, plano dos fluxos de execução, layout do processo, etc.)?
- Quem toma as decisões?

#### **❖ Padrões de produção:**

#### **❖ Como é feito o revestimento externo em argamassa (especificação do projeto)?**

- Como são definidos os requisitos de desempenho?
- Qual o número de camadas (ou camada única)?
- Qual a espessura das camadas?
- Tem distinção de espessura de acordo com os locais de exposição?
- O projeto (ou empresa, na ausência do mesmo) classifica e considera o edifício de acordo com sua condição de exposição (severa, moderada ou branda/protegida)? De que forma?
- Qual o tipo de argamassa (fabricada no canteiro, mistura semi-pronta, argamassa semi-pronta, industrializada ou outra)?
- Quem determina os traços das argamassas?

- O projeto indica diferentes tipos de argamassa de acordo com as necessidades de aplicações em obra (em função das diferentes fachadas)?
- Quem define o acabamento?
- Quais os tipos de acabamentos mais utilizados pela empresa?
- Existe análise da cor e textura dos revestimentos? De que forma?
- Chapisco:
  - Qual o tipo (convencional, rolado, industrializado ou outro)?
  - Quem define o traço?
- Revestimento em argamassa (emboço, reboco):
  - Quem define o traço?
- Como é feita a especificação dos materiais da mistura?
  - Cimento: resistência, finura, tipo
  - Cal: maturação, especificação (CHI, CHII ou outra?)
  - Areia: granulometria, módulo de finura (grossa, média ou fina), forma dos grãos (influência na trabalhabilidade), pureza
  - Aditivos: tipo
  - Água de amassamento: pureza, temperatura (ideal entre 18 e 22°C)
- Como é feita a cura do revestimento?
- Qual o prazo de espera entre os serviços (por exemplo, fim de chapisco e início de reboco)?
- Dimensionamentos e uso de juntas
  - Possui projeto de juntas?
  - Caso não possua, a empresa utiliza juntas nas edificações?
  - Se utiliza, quem dimensiona?
  - Quais os locais mais usuais?
  - Qual material é utilizado para vedar as juntas (selante)?
- Quais os cuidados dados aos detalhes construtivos (atenção aos detalhes geométricos na superfície do revestimento, uso de formas geométricas e materiais adequados)?
  - Colunas, peitoris, parapeitos e platibandas descobertos, socos ou bases da fachada, muros e paredes, juntas, etc.
- O projeto inclui facilidade de acesso aos locais de manutenção?

## 1.2 SUPRIMENTOS

### ❖ Mão de obra e equipes de produção:

- Qual o tipo de contrato utilizado pela empresa (mão de obra própria, terceirizada)?
- Qual a forma de contratação da MO para os serviços (por hora, por tarefa)?
- Existe variação do preço da MO de acordo com o tipo de argamassa (indust. ou não)?
- Como é feito o dimensionamento das equipes de trabalho? Quem define?
- Quem faz a programação das atividades?
- Quais as principais considerações ao se programar as atividades?
- Como é feito o controle da MO?
- Quem controla a MO?
- Existe avaliação dos empreiteiros e subcontratados? Como?
- A empresa possui cadastro de subempreiteiros (bons subempreiteiros)?
- Existe treinamento da MO (informações referentes ao trabalho, uso de equipamentos e ferramentas, execução dos serviços)?
  - Quem treina?
  - Quais os principais pontos evidenciados?

### ❖ Materiais

- **Qualidade dos fornecedores:**
- Escolha dos fornecedores:
  - Como é feita a seleção de fornecedores?
  - Existe avaliação de fornecedores com relação a prazo, custo, qualidade, atendimento, etc?
  - Quem são os fornecedores dos principais insumos ligados ao revestimento?
  - A empresa tem tido problemas com os fornecedores? Quais? (por exemplo, entregas erradas, em atraso ou em não conformidade)
- **Compra de materiais:**
  - Existe padronização dos processos de solicitação e compra de materiais?
  - A empresa normalmente faz solicitação de materiais com urgência (de forma verbal)?
  - Faz pedido com antecedência para negociar melhores condições de preço e pagamento?
  - A empresa estabelece prazos para solicitação de insumos por parte dos canteiros de obra? Quais são?

- **Controle de qualidade:**
- **Controle de recebimento dos materiais:**
  - Existe padronização dos procedimentos de recebimento e inspeção dos materiais? Quem fez? (solicitar modelo de procedimento)
  - Existe controle de recebimento?
  - Quem faz esse controle? De que forma? (servente, mestre, estagiário, engenheiro, outro?)
  - Cimento:
    - Controle de recebimento
      - De que forma e quem é o responsável? (nº de sacos rasgados, sacos com endurecimento do conteúdo, verificação da massa líquida)
    - Certificado de conformidade (indicando a finura, tempo de início e fim de pega, resistência à compressão, massa específica aparente unitária, data de produção do cimento)
    - Amostragem para controle de qualidade
    - Armazenagem (quantidade de sacos por pilhas, local coberto e protegido da umidade, obediência aos prazos de estocagem)
  - Cal:
    - Controle de recebimento:
      - De que forma e quem é o responsável?
    - Certificado de conformidade, ensaios expedidos, amostragem para controle de qualidade, armazenagem
  - Areia:
    - Controle de recebimento (existe controle da quantidade recebida? como e quem faz?)
    - Ensaios expedidos, amostragem para controle de qualidade, armazenagem (baia com fundo inclinado e drenado)
    - Aditivo: verificação da data de validade

#### ❖ Equipamentos/ferramentas

- A empresa fornece as ferramentas para a execução dos serviços?
- Quais ferramentas disponibiliza?
- Existe estudo sobre a necessidade e utilização de ferramentas especiais? Como é feito?
- Há solicitação/compra de ferramentas especiais? Quais?
- Como é feita a avaliação do estado de conservação dos equipamentos/ferramentas?
- Como é feita a manutenção? Com que frequência?

### 1.3 PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO

#### ❖ Qual o método utilizado para a preparação do substrato?

- Quais as verificações preliminares mais usuais pela empresa antes do início da atividade?
- Base pronta (remoção das pontas de ferro, das rebarbas entre as juntas da alvenaria, enchimento de falhas, etc)?
- Verificação de umidade, tubulações e elementos já embutidos, observação da temperatura local e condições climáticas?
- A empresa **sempre** faz as tubulações embutidas – hidráulica, elétrica – antes da execução do revestimento?
- Existe procedimento padrão para a avaliação e liberação dos planos a serem revestidos? Qual? (solicitar responsável pela liberação e registro da liberação em ficha de controle específica)
- Qual o procedimento usado com as diferentes bases (cerâmica, concreto, madeira, metal, etc)?
- Como é feita a limpeza da base (escovação, lavagem, jato d'água)?
  - Há diferença para os diferentes tipos de substrato?
- Como é feita a camada de chapisco (convencional, rolado, desempenado)?
- São utilizadas telas? Como é feita a fixação?
- Quando e como é feito o encunhamento?
- Qual o prazo de início do encunhamento?
- Qual o material utilizado (argamassa expansora, tijolo ou outro)? Quem especifica?
- A empresa possui as Normas Técnicas de execução de revestimento em argamassa? Utiliza as mesmas?
- Há padronização na execução de serviços? De que forma?
- Existe documentação dos processos? Como foi feita?

### 1.4 PRODUÇÃO DA ARGAMASSA

#### ❖ Como funciona a produção de argamassa?

- Quem especifica e define a produção de argamassa?
- Quais os procedimentos de mistura:
  - Como é o transporte dos materiais da mistura?
  - Qual o local de mistura (central de argamassa)?
  - De que forma é feito o transporte da argamassa pronta (vertical e horizontal)?
  - Existe algum estudo sobre a movimentação de materiais e operários no canteiro? Quem fez e como foi feito?
  - Como é o armazenamento da mistura pronta?
    - Quantos masseiros a empresa disponibiliza para a mistura pronta?
  - É feita a maturação da cal? Qual o tempo de maturação? A baia da argamassa intermediária é coberta?
  - De que forma é feita a distribuição da argamassa pronta para os pavimentos?

- Como é feito o proporcionamento dos materiais?
  - Há dimensionamento de recipientes para cada material (de acordo com os diferentes traços)?
  - Os recipientes são identificados?
  - A dosagem é feita em volume ou massa?
  - Todas as obras da empresa possuem balança?
- Existe indicação dos traços (transparência-quadro de traços) junto à central?
- Existe controle da umidade da areia? De que forma?
- Quando necessário, é feita a correção da umidade da areia? De que forma?
- É freqüente o uso de aditivos? Como é feita a medição?
- Quais os equipamentos usuais de mistura (betoneira, argamassadeira, manual)?
- Como é feito o controle de água?
- Qual o cuidado com a pureza da água de amassamento?
- Existe controle da produção? De que forma?
  - Há padronização na execução de serviços? Como?
  - Existe documentação dos processos? Como foi feita?
  - Controle tecnológico:
- A empresa faz dosagens experimentais (laboratórios ou empíricas) enfatizando:
  - Propriedades esperadas, condições de serviço, tipo de acabamento previsto em projeto, natureza da base a ser revestida?
- Quais os ensaios realizados (teor de ar incorporado, retenção de água, outros)?

## 1.5 APLICAÇÃO DA ARGAMASSA

### ❖ Qual a método empregado na execução dos serviços de revestimento?

- Como é feita a aplicação?
  - É feito o mapeamento da fachada? De que forma?
  - Faz taliscamento? Como é feito o taliscamento?
  - Qual a forma de aplicação (mecânica, manual)?
  - A empresa já usou outro tipo de aplicação (mecânica, por exemplo)? Qual o resultado?
  - Quem controla a aplicação?
  - Como é feito o controle?
  - Existe controle da produtividade?
  - Camada única:
- Quais os critérios de trabalhabilidade?
- O desempenho dos revestimentos é feito levando-se em consideração as exigências do tipo de acabamento final?
  - Revestimento cerâmico: desempenho leve, somente com madeira

- Revestimento texturados e pintura em textura acrílica em duas ou mais demãos: desempenho com madeira, seguido de desempenho com aço
- Pintura com tintas minerais, látex PVA ou acrílico, sobre massa corrida ou textura acrílica em uma única demão: desempenho com madeira, seguido de desempenho com espuma
- Como é o controle (verificação e registro da espessura das camadas)?
  - Quando são feitas as juntas?
  - Como são feitos os frisos (antes do revestimento pronto ou depois)?
  - Como é feita a cura das argamassas de revestimento (proteção contra raios solares, vento, chuva)?
  - O tempo de cura é sempre obedecido?
  - Existe algum tratamento diferenciado em dias frios ou em dias quentes (com temperaturas baixas ou altas)?
  - Há padronização na execução de serviços (procedimentos de execução)?
  - Existe documentação dos processos?

❖ **Qual a atenção que a empresa dá para as perdas (materiais, mão de obra, tempo, equipamentos, capital)?**

- As perdas são medidas?
- Qual o controle com a geração dos entulhos? Qual seu destino? É separação por tipo de material e reaproveitado?
- A empresa faz análises das causas das perdas?
- Tem noção do custo das suas perdas (calcula as perdas, estimativa aproximada)?

## 1.6 RECEBIMENTO DO SERVIÇO

- **Como é a inspeção final do revestimento?**
- Quais os critérios para aceitação ou rejeição dos revestimentos executados?
- Existem limites de tolerância dos defeitos? Quais?
  - Aspectos de qualidade relativos à estética: homogeneidade do acabamento e precisão geométrica (planeza e prumo do revestimento)
  - Aspectos de qualidade relativos ao desempenho técnico: fissuração e aderência do revestimento à base (são feitos ensaios de aderência?)

## 1.7 CORREÇÃO DE FALHAS

- **Aparecimento de manifestações patológicas:**
- Quem faz o diagnóstico dos problemas (quem da empresa, algum profissional especialista)?
- Tem registro desses problemas?
- Quais os locais mais freqüentes?
- Quais os principais tipos de problemas?

- Qual a frequência do aparecimento de problemas?
- A empresa possui alguma estimativa do custo com as correções dos problemas?
- Com que frequência a empresa faz manutenção dos empreendimentos entregues (por ex, operações rotineiras de descontaminação e limpeza das superfícies)?
- Qual o custo com a manutenção desses empreendimentos?
- A empresa possui algum registro?